

INSTITUT FÜR BAUSTOFFE, MASSIVBAU UND BRANDSCHUTZ

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

DIREKTOREN: PROF. DR.-ING. DR.-ING. E. h. K. KORDINA · PROF. DR.-ING. F. S. ROSTÁSY

30-0127/001

Einfluß eines Dehnungsgradienten auf die
Zugfestigkeit des Betons in Abhängigkeit
von der Zusammensetzung

Schlussbericht

~~Bericht~~ erstellt von

Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. K. Kordina

Professor Dr.-Ing. G. Ivanyi

~~unter Mitwirkung von~~

~~Dipl.-Ing. K. Stege~~

BIBLIOTHEK

Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz
der Technischen Universität Braunschweig
Beethovenstraße 52
D-3300 Braunschweig

1
Braunschweig, *Januar 1983*
~~Dezember 1982~~

Postsendungen:
Beethovenstraße 52, 3300 Braunschweig
Erfüllungsort und Gerichtsstand: Braunschweig

Fernsprecher: (05 31) 391 5431

Fernschreiber: 9 52 698 lbstb d
Telegrammadresse: MPA Braunschweig

Zur Vermeidung von Verzögerungen wird dringend gebeten, Zuschriften nur an das Institut zu richten, nicht aber an einzelne Mitarbeiter.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
 - 1.1 Allgemeines
 - 1.2 Problemstellung
 - 1.3 Zielsetzung
2. Ermittlung der Zugfestigkeit von spröden Werkstoffen
3. Charakteristische Einflußgrößen der Zugfestigkeit des Betons
 - 3.1 Allgemeines
 - 3.2 Einfluß der Materialstruktur auf die Zugfestigkeit des Betons
4. Direkte und indirekte Zugversuche an unterschiedlich zusammengesetzten Betonen
 - 4.1 Allgemeines
 - 4.2 Entwicklung einer Versuchseinrichtung für Zerreißversuche
 - 4.3 ~~serielle Untersuchungen~~ *Hauptversuchsreihen*
5. Diskussion der Ergebnisse
6. Zusammenfassung

Literaturverzeichnis

~~Anhang~~

1. Einleitung

1.1. Allgemeines

Beton ist ein spröder, vom Aufbau her makroskopisch heterogener Baustoff, bestehend aus Zuschlag (Sand und Grobkorn), Zementstein, chemisch-physikalisch gebundenem Wasser und Poren verschiedener Größenordnung. Seine komplexen mechanischen Eigenschaften lassen sich vereinfachend auf die der Hauptkomponenten

- Zuschlag
- Mörtelmatrix und
- Verbund zwischen beiden

zurückführen.

Wie für viele andere spröde Stoffe ist auch für Beton charakteristisch, daß seine Zugfestigkeit nur einen Bruchteil der Druckfestigkeit ausmacht. Auf die Ausnutzung dieser Eigenschaft wird daher in der Regel bei Ermittlung des Widerstandes gegen die äußeren Beanspruchungen verzichtet; nur in wenigen Fällen wird einem unbewehrten Betonquerschnitt planmäßig die Aufnahme von Zugspannungen zugewiesen.

Hinreichende Kenntnisse über die Zugfestigkeit von Beton fehlten lange Zeit. Der Grund hierfür liegt sowohl an der eben erwähnten "untergeordneten" Rolle als auch an der äußerst schwierigen direkten Bestimmbarkeit dieser Größe. Letzteres führte bekanntlich zu zahlreichen indirekten Prüfmethoden zur Ermittlung der Zugfestigkeit von spröden Stoffen wie auch von Beton. Erst mit der heutigen modernen Versuchstechnik, insbesondere mit der Einführung hochwertiger Kunststoffkleber können Zerreißversuche nunmehr so durchgeführt werden, daß die hierbei ermittelten Bruchlasten tatsächlich als die direkte, zentrische Zugfestigkeit betrachtet werden dürfen.

Neben einer unmittelbaren Verfügbarkeit über Zugfestigkeitswerte sind auch vertiefte Kenntnisse über den Bruchvorgang bei Zugbeanspruchungen erforderlich, um diese zur Klärung des Materialverhaltens unter beliebigen Spannungszuständen einsetzen zu können. Die in jüngster Zeit z. B. im Bereich der Felsmechanik einsetzende Forschungstätigkeit zusammen mit Untersuchungen im kerntechnischen Ingenieurbau sowie in der Strukturforschung von Beton lassen erwarten, daß der hierdurch wesentlich erweiterte Kenntnisstand auch der Lösung praktischer Probleme im konstruktiven und technologischen Bereich des Massivbaues zugute kommt. Mit dem vorliegenden Bericht soll ein Beitrag zu diesen Bemühungen geleistet werden.

1.2. Problemstellung

Abweichend vom Spannungszustand eines auf zentrischen Zug beanspruchten Versuchskörpers geringer Querschnittsabmessungen treten Zugspannungen in Beton im allgemeinen

- mit mehr oder weniger stark veränderlicher Verteilung ("Spannungsgradient") und
- in unterschiedlich großen Bereichen ("Geometrie")

auf. Zusammen mit dem vom Strukturaufbau abhängigen Parameter "Heterogenität" stellen "Geometrie" und "Spannungsgradient" jene Einflußgrößen dar, welche die Zugfestigkeit spröder Stoffe wie Beton am stärksten beeinflussen. Zusätzlich kommt zwar auch noch der Einfluß unterschiedlich hoher Dehngeschwindigkeiten auf die Zugfestigkeit hinzu, dieser Parameter ist jedoch allgemeiner Natur; hierdurch eintretende Festigkeitsänderungen sind sowohl für andere Beanspruchungszustände (z.B. Druck) als auch für andere, duktile Werkstoffe (z.B. Metalle) charakteristisch.

Einige Beispiele mögen die Vielschichtigkeit der Einflußgrößen der Zugfestigkeit von Beton verdeutlichen:

- Abhängigkeit der Biegezugfestigkeit von der Balkenhöhe (z. B. LINDNER u. SPRAGUE [94]);
- Abhängigkeit der Stempeldruckfestigkeit von der Probengröße (z. B. HODGSON u. COOK [65]);
- die vielfach höhere "Zugfestigkeit" eines Hohlzylinders unter Innendruck als die entsprechende zentrische Zugfestigkeit (z.B. MARTIN [98]);
- Einfluß der max. Korngröße auf das Verhältnis der verschiedenartig ermittelten Zugfestigkeiten (z. B. JOHNSTON u. SIDWELL [80]).

Es sind dies Probleme, die bis heute nur äußerst lückenhaft geklärt sind; die für ihre Erläuterung vorgebrachten Argumente reichen hierfür in der Regel nur zum Teil aus.

So vermutet z. B. KAPLAN [85] , daß die bei seinen Versuchen stets über der Spaltzugfestigkeit liegende Biegezugfestigkeit mit der unteren Betonierlage der Zugzone der verwendeten Prüfkörper zusammenhängt. WRIGHT [150] erklärt die geometriebedingte Abweichung der Biegezugfestigkeit von der zentrischen Zugfestigkeit z.T. mit statistischen Einflüssen, d.h. mit der bei Biegebalken gegebenen schnellen Änderung der Versagenswahrscheinlichkeit über die Höhe der Zugzone. Darüber hinaus führt Wright einen Teil der höheren Biegezugfestigkeit von niedrigeren Balken auf eine bei niedrigen und hohen Balken gleich groß gewählte Belastungsgeschwindigkeit zurück, die in Abhängigkeit von der Balkenhöhe unterschiedlich hohe Dehngeschwindigkeiten ergibt. Schließlich weist Wright darauf hin, daß bei seinen Versuchen mit zunehmenden Balkenabmessungen ein Festigkeitsabfall allgemein festzustellen war.

GLÜCKLICH u. COHEN [48] vertreten die Meinung, daß die Geometrieabhängigkeit der Biegezugfestigkeit nur eine indirekte Beziehung ist. In Wirklichkeit wurde durch Veränderungen in der Körpergeometrie das Speichervermögen an elastischer Energie verändert. Zum größeren Volumen gehört mehr gespeicherte elastische Energie, die zur Beschleunigung der instabilen Rißfortpflanzungsphase dient, wodurch die Biegezugfestigkeit herabgesetzt wird.

TUCKER [136] versucht, die ihm seinerzeit zur Verfügung stehenden Versuchsdaten über die Abhängigkeit der Biegezugfestigkeit von den Körperabmessungen ausschließlich nach statistischen Aspekten zu werten.

In einer Anzahl älterer (z.B. LINDNER u. SPRAGUE [94]) und auch neuerer Arbeiten (z.B. WAGNER-GREY [139]) wird schließlich auf eine mehr oder weniger stark gekrümmte Spannungs-Dehnungslinie oder gar auf die Annahmen der Plastizitätstheorie zurückgegriffen, um den Einfluß eines Spannungsgradienten und der damit verbundenen starken Abhängigkeit der Zugfestigkeit von der Körpergeometrie zu erläutern - ein Vorgehen, das den bisher beobachteten physikalischen Tatsachen widerspricht.

Die hier nur beispielhaft zusammengestellten Hypothesen, die meistens nur Teilaspekte des komplexen Zusammenhanges

Festigkeit $\hat{=}$ f (Strukturaufbau, Spannungsverteilung, Körpergeometrie)

zu erklären vermögen, lassen zumindest qualitativ erkennen, daß viele z. T. grundsätzliche Probleme der Zugfestigkeit von Beton noch weithin ungelöst sind. Der Einsatz von modernen, verformungsgesteuerten Prüfmaschinen und leistungsfähigen Versuchstechniken zur Verwirklichung präziser einachsiger Spannungszustände hatten zwar die Klärung einiger Fragen ermöglicht; zentrische Zugversuche stellen jedoch in dem oben angegebenen Zusammenhang nur einen Sonderfall, nämlich den Fall einer homogenen Spannungsverteilung, dar.

Über den Einfluß des Strukturaufbaues auf die beiden Parameter "Spannungsgradient" und "Geometrie" existieren bisher kaum verwertbare Ergebnisse. Die Heterogenität, z. B. durch die Angabe der maximalen Korngröße gekennzeichnet, ist zwar als eine wesentliche Einflußgröße der Festigkeit von Beton seit längerem bekannt (vgl. z. B. WALKER u. BLOEM [140]), bruchmechanische und statistische Festigkeitshypothesen nehmen hierauf jedoch bisher keine Rücksicht und können daher derzeit nicht die Grundlage zur Erläuterung der noch unbekannten Zusammenhänge bilden.

In Anbetracht der hier nur im Ansatz geschilderten Probleme ist es nicht ganz unverständlich, wenn in einigen Arbeiten (z. B. HARDY et al. [53]) die Meinung vertreten wird, die Zugfestigkeit spröder Stoffe sei im mechanischen Sinne kein Werkstoffkennwert, sie sei vielmehr - wie die zahlreichen Einflußgrößen zeigen - eine "abgeleitete" Größe. Wenngleich man sich dieser Meinung vom theoretischen Standpunkt her anschließen könnte, wären die praktischen Auswirkungen solcher Annahmen kaum tragbar, weil sie die an Prüfkörpern ermittelbare Festigkeitsgrößen grundsätzlich in Frage stellen. Unsere Bemühungen sollten vielmehr dahingehend verstärkt werden, die hier angesprochenen Probleme fundierter zu klären, um in dieser Weise den funktionellen Zusammenhang zwischen den einzelnen Parametern der "Festigkeit" spröder Stoffe herstellen zu können.

X

1.3 Zielsetzung

In der vorliegenden Forschungsarbeit soll ein Teilaspekt der mit der Zugfestigkeit des Betons zusammenhängenden Fragen vorwiegend experimentell geklärt werden: In welcher Weise beeinflußt die Zusammensetzung des Betons - Heterogenität der Struktur - die bekannte zugfestigkeitserhöhende Wirkung einer nicht-homogenen Verteilung der Zugspannungen im Prüfkörper.

Hierzu werden zunächst zahlreiche in der Literatur zu diesem Fragenkomplex existierende Arbeiten - auch außerhalb der Betonforschung - analysiert. Sodann wird über theoretische und experimentelle Arbeiten berichtet, die zum Ziele hatten, eine geeignete Versuchseinrichtung zur Prüfung der Zerreißfestigkeit (zentrische Zugfestigkeit) zu konzipieren. ^{Hierfür} ~~Diese Tätigkeit~~ ^{eine} wurde unter der Leitung der Berichterstatter ~~überwiegend im Rahmen einer experimentellen Diplomarbeit des~~ ^{entstanden} ~~Herrn Dipl.-Ing. K. Stege~~ ^{herausgegeben.} ausgeführt. Schließlich werden Ergebnisse von Biegezugversuchen, gewonnen an Versuchskörpern mit unterschiedlicher Zusammensetzung und Geometrie, wiedergegeben und diskutiert.

2. Ermittlung der Zugfestigkeit von spröden Werkstoffen

Für die Ermittlung der Zugfestigkeit nicht-duktiler Werkstoffe stehen im allgemeinen folgende experimentelle Methoden zur Verfügung:

- Zerreißversuch
- Biegezugversuch
- Spaltzugversuch
- sonstige, indirekte Methoden (Torsionsversuch, Ringspaltversuch, Stempeldruckversuch usw.)

Charakteristisch für alle Methoden mit Ausnahme von Zerreißversuchen ist, daß sich die Zugfestigkeiten aus diesen nur unter Zuhilfenahme eines mechanischen Modells errechnen lassen. In der Regel verfährt man dabei nach der Elastizitätstheorie und bezeichnet die unter der Bruchlast erreichte rechnerische Maximalspannung als Festigkeit. Ein Vergleich der in dieser Weise ermittelten Zugfestigkeiten desselben Materials ergibt je nach Prüfmethode Abweichungen in der Größenordnung von einer Zehnerpotenz.

Mit Sicherheit begeht man bei einer derartigen Definition der Festigkeit den Fehler, die Gültigkeit des zu Beginn des Prüfprozesses vorhandenen Spannungszustandes bis zum Eintreten des Versagens vorauszusetzen. Diese Annahme ist nicht einmal für Zerreißversuche uneingeschränkt richtig, da der Spannungszustand infolge örtlicher Mikrorißbildungen im Verlaufe der Lasterhöhung auch hierbei inhomogen wird. Bei anderen Versuchsanordnungen besteht zusätzlich die Möglichkeit einer als Folge von Rißbildungen veränderten Lastabtragung. Eine Beibehaltung des ursprünglich ungerissenen mechanischen Modells führt dann unvermeidlich auf falsche rechnerische Festigkeiten.

Einen weiteren Fehler begeht man, wenn an einzelnen Versuchskörpern mit starkem Spannungsgradienten rechnerisch ermittelte - auf die Bruchlast bezogene - Spitzenspannungen als Festigkeit interpretiert werden. Bei einer solchen Betrachtung wird häufig die untere Grenze des für spröde und heterogene Stoffe gültigen Begriffs eines Kontinuums unterschritten, so daß entsprechende Ergebnisse der Kontinuumsmechanik für diesen Fall ihren Sinn verlieren.

3. Charakteristische Einflußgrößen der Zugfestigkeit des Betons

3.1. Allgemeines

Die Zugfestigkeit des Betons hängt bei Normaltemperaturen von zahlreichen, bereits eingangs angesprochenen Einflußgrößen ab:

- Dehngeschwindigkeit

Dieser Parameter beeinflusst allgemein die Festigkeitseigenschaften aller Werkstoffe, indem höhere Dehngeschwindigkeiten auf ein spröderes Verhalten bei höheren Festigkeiten führen.

- Spannungszustand

Der Spannungs-Dehnungszustand des Prüfkörpers ist bei spröden Werkstoffen eine signifikante Einflußgröße, die sich jedoch strukturabhängig auswirkt: makroskopisch homogenere Materialstrukturen reagieren anders auf stark inhomogene Spannungsfelder als makroskopisch heterogene Strukturen

- Materialstruktur

Der Parameter "Materialstruktur" erscheint im Lichte der bisher vorliegenden Erkenntnisse als entscheidend hinsichtlich der Reaktion eines Prüfkörpers auf den Spannungszustand bzw. die Körpergeometrie.

- Geometrie

Geometrische Einflüsse auf die Zugfestigkeit können in statistischer Hinsicht nicht eindeutig bewertet werden. Eine Vergrößerung des Prüfkörpervolumens wird auf der einen Seite mit einer Zunahme des Bruchrisikos verbunden sein (Anzahl der Fehlstellen wächst); sie wird auf der anderen Seite bei makroskopisch heterogenen Werkstoffstrukturen mit einer immer größeren "Repräsentanz" des geprüften Werkstoffes einhergehen, was sowohl eine Abnahme der Streuung der Prüfergebnisse als auch eine Verringerung des Einflusses heterogener Spannungsverteilungen auf die Festigkeiten allgemein bewirken kann.

Für die vorliegenden Untersuchungen ist von größter Bedeutung die Frage nach dem Einfluß der Materialstruktur auf die Zugfestigkeit, so daß im folgenden Abschnitt die in der Literatur bisher vorliegenden Ergebnisse zu diesem Komplex eingehend analysiert werden.

3.2 Einfluß der Materialstruktur auf die Zugfestigkeit des Betons

Beton ist ein künstlich hergestelltes Konglomerat, dessen Eigenschaften aus denen seiner Bestandteile vorausbestimmt werden können. Bekannte Verfahren hierfür dienen in der Regel dazu, eine gewünschte Druckfestigkeit - seltener die gleichzeitige Einhaltung weiterer Bedingungen wie Frostbeständigkeit o. dgl. - zu erzielen. Im Normalfall ist es daher möglich, gleiche Betonqualitäten - charakterisiert durch die Druckfestigkeit - durch eine Anzahl von Parameterkombinationen zu erreichen, wobei dann die übrigen Festigkeits- und sonstigen Eigenschaften unterschiedlich ausfallen können. Eine eingehende Behandlung dieser Frage ist Aufgabe

der Baustofftechnologie und wird daher hier in diesem Sinne nicht weiterverfolgt. Ein wichtiger Teil dieses Problemkreises, nämlich der Strukturaufbau von erhärtetem Beton, ist jedoch unabhängig von chemisch-technologischen Fragen und bei der Beurteilung der Festigkeit von entscheidender Bedeutung. Da hierbei eine grundsätzliche Übereinstimmung von Beton und natürlichen Gesteinen sowie sonstigen spröden Stoffen festzustellen ist, wird im folgenden der Einfluß der Materialstruktur auf die mechanischen Eigenschaften näher erörtert.

Grundsätzlich ist bekannt, daß spröde Stoffe mit makroskopisch homogener Struktur für Zug- wie Druckbeanspruchungen eher ein ideal-elastisches Verhalten zeigen, als solche mit poröser oder heterogener Struktur. In Bild 1 sind zur

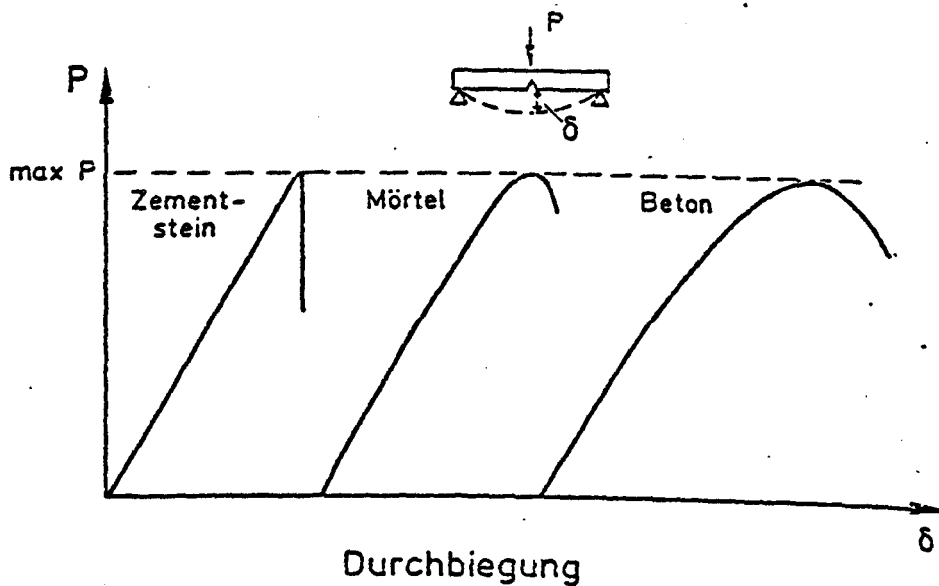


Bild 1

Veranschaulichung hierfür Last-Verformungs-Diagramme von Biegezugbalken mit Einschnitt im mittleren Querschnitt - wie sie in bruchmechanischen Untersuchungen verwendet werden - aus Zementstein, Mörtel und Beton gleicher Abmessungen gegenübergestellt (vgl. MOAVENZADEH u. KUGUEL [104]). Bei gleich großen Bruchlasten verhalten sich die drei Balken völlig unterschiedlich, mit zunehmend heterogener Struktur stets "plastischer", gekennzeichnet durch eine völliger Last-Verformungslinie; eine Beobachtung, die man z.B. auch bei

einachsigen Druckversuchen feststellen würde. Dieselben drei Stoffe, die nach Bild 1 gleich große Biegezugfestigkeiten haben, würden allerdings mit großer Wahrscheinlichkeit nicht gleich große Druckfestigkeiten erreichen, da sich mit der Heterogenität der Struktur auch das Verhältnis der verschiedenen Festigkeiten untereinander ändert.

Die Möglichkeit, auf die mechanischen Eigenschaften von Beton außer Zementgehalt und Wasser-Zement-Faktor durch Angabe zusätzlicher Strukturmerkmale, wie das Verhältnis der Sand/Zuschlag-Anteile, max. Korngröße, usw. zu schließen, ist seit langem bekannt. Im Zusammenhang mit den hier interessierenden Fragen der Zugfestigkeit wird in zahlreichen Arbeiten der Einfluß der Heterogenität

- auf die Mikrorißbildung (BLAKEY [13] , JOHNSTON [79] , JOHNSTON u. SIDEWELL [80] , KAPLAN [85] , OLADAPO [111] , WELCH [146]),
- auf die Zugfestigkeit (BALAZS [8] , HUGHES u. CHAPMAN [71] , JOHNSTON [79] , JOHNSTON u. SIDEWELL [80] , KAPLAN [85] , OLADAPO [111] , SINGH [128] , WALKER u. BLOEM [140]),
- auf das Verhältnis der Zugfestigkeit zu den anderen Festigkeitsgrößen (HANNANT et al. [52] , JOHNSTON [79] , JOHNSTON u. SIDEWELL [80] , KAPLAN [85] , WALKER u. BLOEM [140]) und schließlich
- auf das Bruchverhalten (HOBBS [64] , HUDSON [68] , HANNANT et al. [52] , KARAVAEV [86] , KESLER et al. [87] , MOAVENZADEH u. KUGUEL [104] , OKADA u. KOYANAGHI [110] , SHAH u. McGARRY [127])

abgehandelt. Problematisch erscheint allerdings, die Heterogenität zuverlässig durch einen Parameter oder auch durch mehrere so zu beschreiben, daß dabei eine direkte Verbindung zu den eben erwähnten und theoretisch wie praktisch interessierenden Fragen hergestellt wird.

Um die Betonstruktur zu charakterisieren, werden am häufigsten Zuschlaganteil und Größtkorndurchmesser angegeben. In Bild 2 und 3 sind z. B. Verhältnisswerte für die Biegezug-/Prismendruckfestigkeit über die max. Korngröße

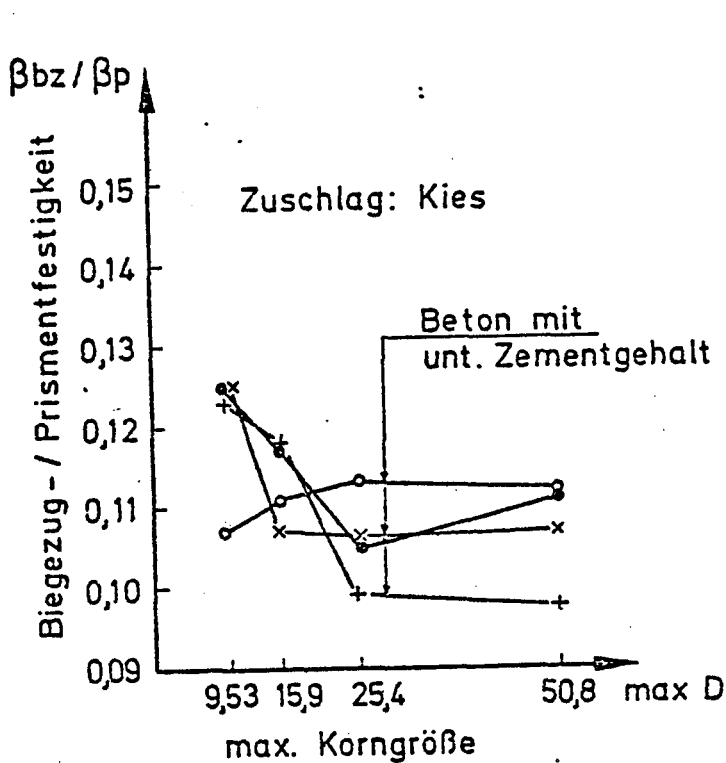


Bild 2

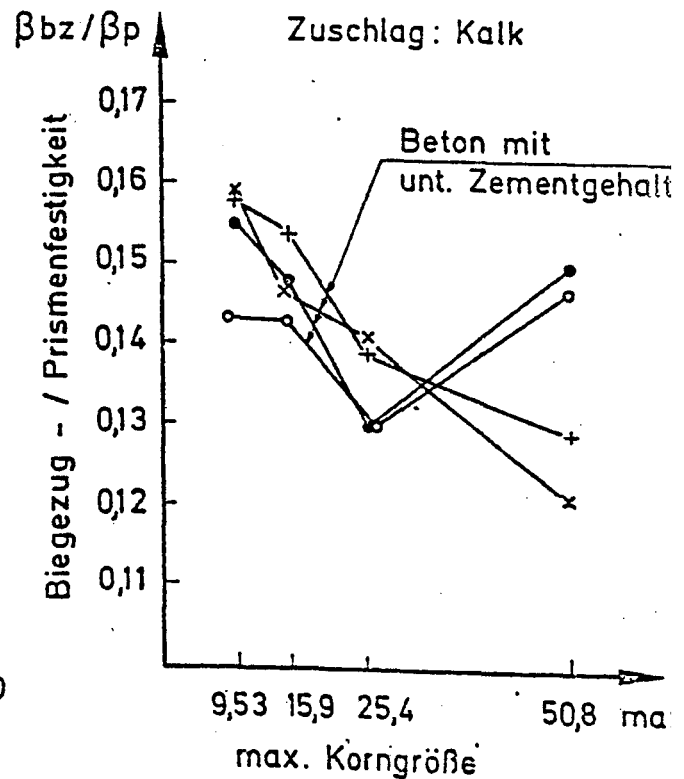


Bild 3

nach Versuchen von WALKER u. BLOEM [140] und FRAZIER (vgl. Diskussionsbeiträge zu [140]) - beide Bilder entnommen einer Zusammenstellung von BALAZS [8] - für Betone mit sonst unterschiedlichen Eigenschaften (Zementgehalt) aufgetragen. In der Tendenz stimmen die Ergebnisse überein. Das starke "Oscillieren" der Kurven läßt allerdings erkennen, daß die max. Korngröße nicht als der einzige Parameter für den dargestellten Zusammenhang anzusehen ist. Eine scheinbar eindeutiger Abhängigkeit findet KAPLAN [85] zwischen Festigkeits- sowie Verformungseigenschaften und dem Zuschlaggehalt verschiedener Betone; er variiert allerdings nicht den Größtkorndurchmesser in diesen Versuchen.

Untersucht man die Betonstruktur nach statistischen Methoden, ergeben bereits die einfachsten Überlegungen die Notwendigkeit

einer Kopplung der erwähnten Größen, nämlich des Anteils und der Korngröße einer Zuschlagfraktion. Unter Annahme einer kontinuierlichen Matrixphase und darin eingebetteter Kornfraktionen gibt z. B. BROWN [18] eine rein topologische Beschreibung der Struktur von Konglomeraten. Er charakterisiert die einzelnen Kornfraktionen außer durch den Durchmesser auch durch ein anteilmäßig zum Einzelkorn gehörendes Matrixvolumen, was indirekt den Volumenanteilen dieser Fraktionen entspricht. Des weiteren nimmt Brown an, daß sich die Einzelkörner nicht berühren und daß die Anzahl der einzelnen Fraktionen in beliebigen Proben durch unabhängige Poisson-Verteilungen beschrieben werden kann. STROEVEN [131] führt umfangreiche Versuche an Betonen mit kugelförmigen künstlichen Zuschlagkörnern durch und bestätigt in etwa die Richtigkeit dieser Annahmen.

Unter diesen Voraussetzungen lassen sich anschauliche Zusammenhänge für den einfachsten Fall eines Einkorn-Konglomerats herleiten. Um die erwähnte Verknüpfung des Volumenanteils mit der Korngröße zu zeigen, genügt es, die Frage zu klären, wie groß die Ähnlichkeit von einem beliebigen Körper zum tatsächlichen - unendlich großen - Konglomerat sei, wenn dieser Körper das n -fache Volumen der zum Einzelkorn gehörenden Einheit (Matrix + Korn) besitzt. Mit anderen Worten: Die Standardabweichung der Kornanzahl gleichen Durchmessers in Proben gleichen Volumens eines Stichprobenumfanges muß bekannt sein.

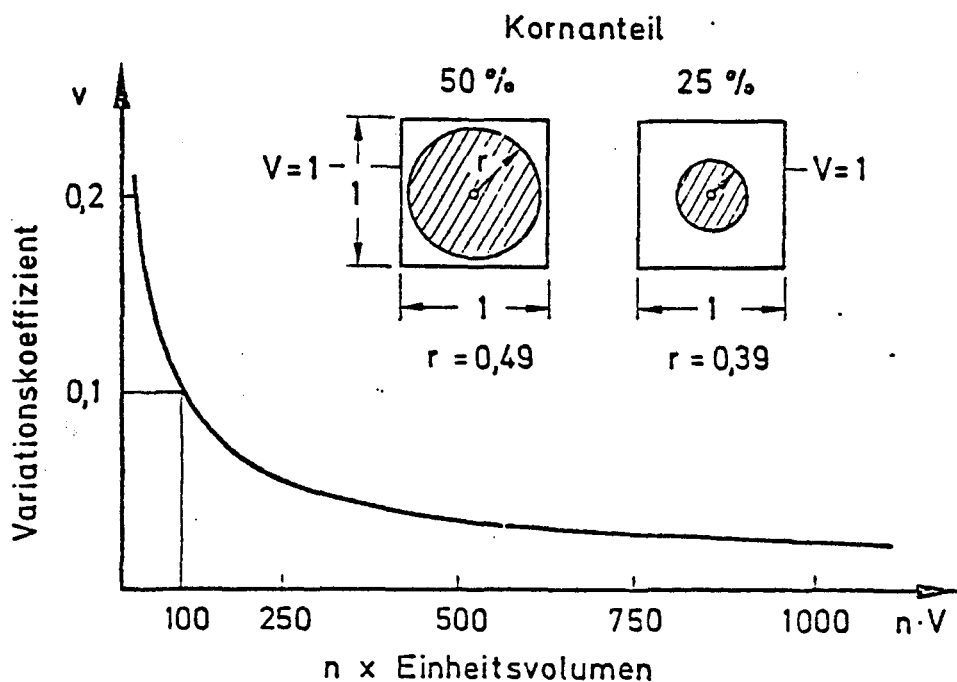


Bild 4

Bild 4 stellt die Änderung der spezifischen, auf den Mittelwert bezogenen Variationskoeffizienten über das Mehrfache des Einheitsvolumens dar. Nach diesem Zusammenhang ist z.B. die Anzahl der Körner in einem Körper des hundertfachen Einheitsvolumens mit einem Variationskoeffizienten von $v = 0,1$ zu erwarten. Hierdurch wird allerdings noch nichts über die Absolutmaße des betrachteten Körpers ausgesagt. Nimmt man an, daß kugelförmige Körner z.B. 50% des Einheitsvolumens ausmachen, so entspricht der Bedingung $n = 100$ ein Körper mit Mindestabmessungen von $4,6 \cdot D_k$ ($D_k \hat{=}$ Korndurchmesser). Beträgt der Volumenanteil der Körner jedoch nur 25 %, steigen die Mindestabmessungen auf rd. $6,0 D_k$, da der zum Einzelkorn gehörende Matrixanteil bei gleichbleibendem Kornvolumen steigt. Dieses Beispiel zeigt, daß Korngröße und der Volumenanteil einer Kornfraktion nur gemeinsam geeignet sind, um die heterogene Struktur eines Konglomerats - zumindest im topologischen Sinne - zu charakterisieren.

Ausgehend von ähnlichen Überlegungen führten JOHNSTON u. SIDEWELL [80] den Begriff des "mittleren Korndurchmessers"

$$D_m = \sum_i \left[\left(\frac{\sqrt{D_i \cdot D_{i+1}}}{f} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{Siebdurchgang zwischen} \\ D_i \text{ und } D_{i+1} \text{ in Gew. \%} \end{array} \right) \right]$$

ein, wobei D_i die Lochweiten der Prüfsiebe und f ein Formfaktor des betreffenden Zuschlags sind. Festigkeitsuntersuchungen an zentrischen Zug- wie auch an druckbeanspruchten Körpern zeigen, daß dieser Parameter die Rolle des Zuschlags als eine physikalische Kenngröße der Betonstruktur zutreffend beschreiben kann.

Im Zusammenhang mit nicht-homogenen Spannungszuständen liegen ähnliche Untersuchungen, die den Aussagewert der oben beschriebenen Kenngröße auch für diese Fälle bestätigen würden, nicht vor. Aus vereinzelten Beobachtungen geht allerdings hervor, daß die Heterogenität der Struktur mit wachsender Abweichung von einem homogenen Spannungszustand ebenfalls zunehmend die Festigkeitseigenschaften beeinflusst. Ergebnisse von KARAVAEV [86] zeigen z. B., daß eine starke Abhängigkeit der Biegezugfestigkeit von der

Balkenhöhe je nach Materialstruktur in verschiedenen geometrischen Bereichen liegt, da die scheinbar festigkeitserhöhende Wirkung von nicht gleichmäßig verteilten Zugspannungen im Vergleich zur einachsigen Zugfestigkeit unmittelbar mit der Feinheit der Struktur zusammenhängt. Dies läßt sich auch an der Unempfindlichkeit der einzelnen Stoffe gegenüber örtlich begrenzten Spannungspitzen messen. Gips reagiert z. B. auf eine über der einachsigen Zugfestigkeit liegende Spitzenspannung erst dann unempfindlich, wenn die räumliche Ausdehnung des mit hohen Zugspitzen beaufschlagten Bereiches zehnmal kleiner als bei Beton ist - was mit der wesentlich homogenen Struktur von Gips zu erklären ist.

Ähnlich sind auch die Beobachtungen zu bewerten, wonach ein grob strukturierter Beton im Vergleich zum Mörtel oder Zementstein als ein ausgesprochen "kerb-unempfindliches" Material eingestuft wird (SHAH u. McGARRY [127], MOAVENZADEH u. KUGUEL [104]), was offensichtlich mit der unterschiedlichen Art der Mikrorißbildung in grobkörnigem Beton und feinstrukturierterem Zementstein zusammenhängt. Dies geht u. a. aus Versuchen von Shah u. McGarry an eingekerbten, durch mittige Einzellast belasteten Biegezugbalken mit einem Querschnitt von 5x5 cm bei einer Stützweite von 50 cm hervor. Wie Bild 5 zeigt, wird

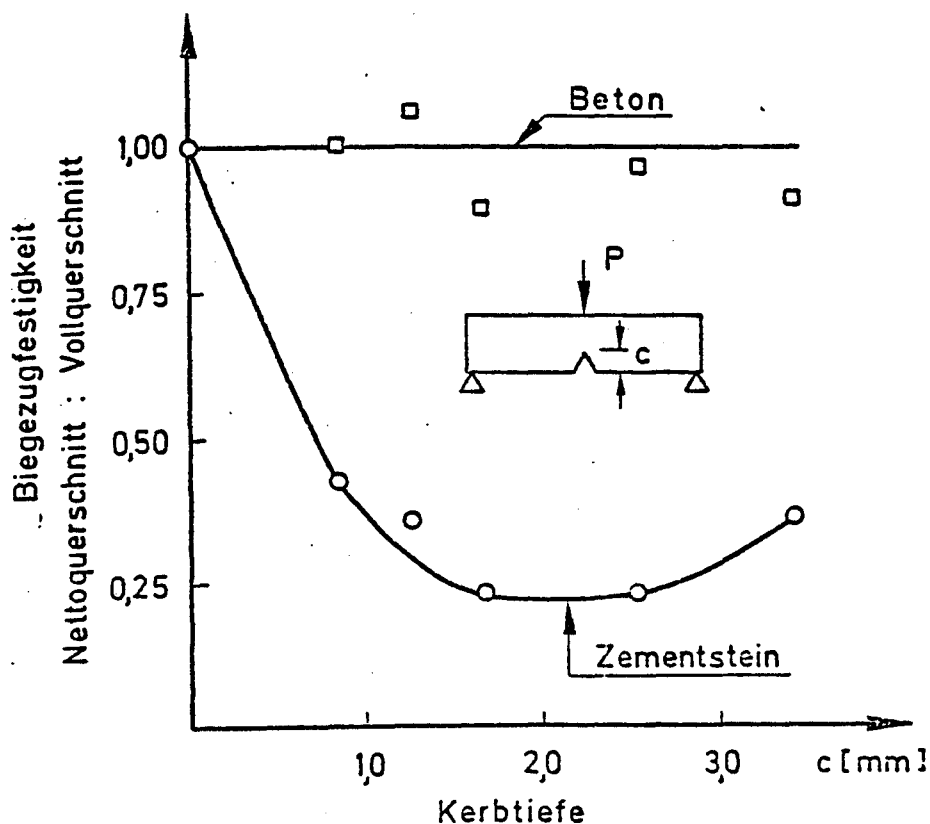


Bild 5

die Tragfähigkeit des Restquerschnittes vom Zementstein mit wachsender Tiefe der Einkerbung erheblich herabgesetzt, während vergleichbare Betonbalken - max. Korngröße 10 mm - auf den Restquerschnitt bezogen keinen Festigkeitsabfall erleiden. Zentrische Zugversuche an Scheiben mit zwei symmetrisch angeordneten Einschnitten am Rande, oder mit einem in der Mitte des Probekörpers, ergaben im Falle von Beton ebenfalls keinen auf den Nettoquerschnitt bezogenen Abfall der Zugfestigkeit.

Eine Abhängigkeit der Kerbwirkung von der Materialstruktur wird auch durch Zugversuche an "Ringspaltkörpern" mit unterschiedlichem Innendurchmesser von ADDINAL U. HACKET [2] bestätigt. Die dort als Zugfestigkeiten interpretierten rechnerischen Bruchspannungen zeigen deutlich, daß eine auf das Maß der natürlichen Ungleichmäßigkeiten der Materialstruktur reduzierte Bohrung die Tragfähigkeit einer Spaltscheibe überhaupt beeinflußt.

nicht

HUDSON [68] führte Versuche an Ringspaltkörpern aus Gips mit und ohne Füllstoff in Form von Kalksteinzugschlag⁺) durch. Er variierte - bei einem konstanten Außendurchmesser von \varnothing 15 cm - den Innendurchmesser der Prüfkörper kontinuierlich von 0 - 7,5 cm, d. h. bis zu einer bezogenen Ringdicke von $\varphi = a/b = 0,5$. Der Struktur beider verwendeten Materiale entsprechend sind Änderungen in der rechnerischen Festigkeit der Prüfkörper bei $\varphi \geq 0,1$ nur noch unwesentlich (Bild 6). Innerhalb des tatsächlichen Einflußbereiches sind jedoch zwischen beiden Stoffen - Gips mit und ohne Füllstoff - deutliche Unterschiede festzustellen. Hudson definiert hierfür einen sog. "kritischen Lochdurchmesser", unter welchem ein zentrisches Loch keine Veränderung der rechnerischen Bruchspannung - Zugfestigkeit - herbeiführt. Während dieser Wert bei Gips ohne Füllstoff im \varnothing 0,7 mm liegt, reicht der unempfindliche Bereich für den

⁺) Angaben zu Menge und Korngröße des verwendeten Füllstoffes enthält die Arbeit leider nicht

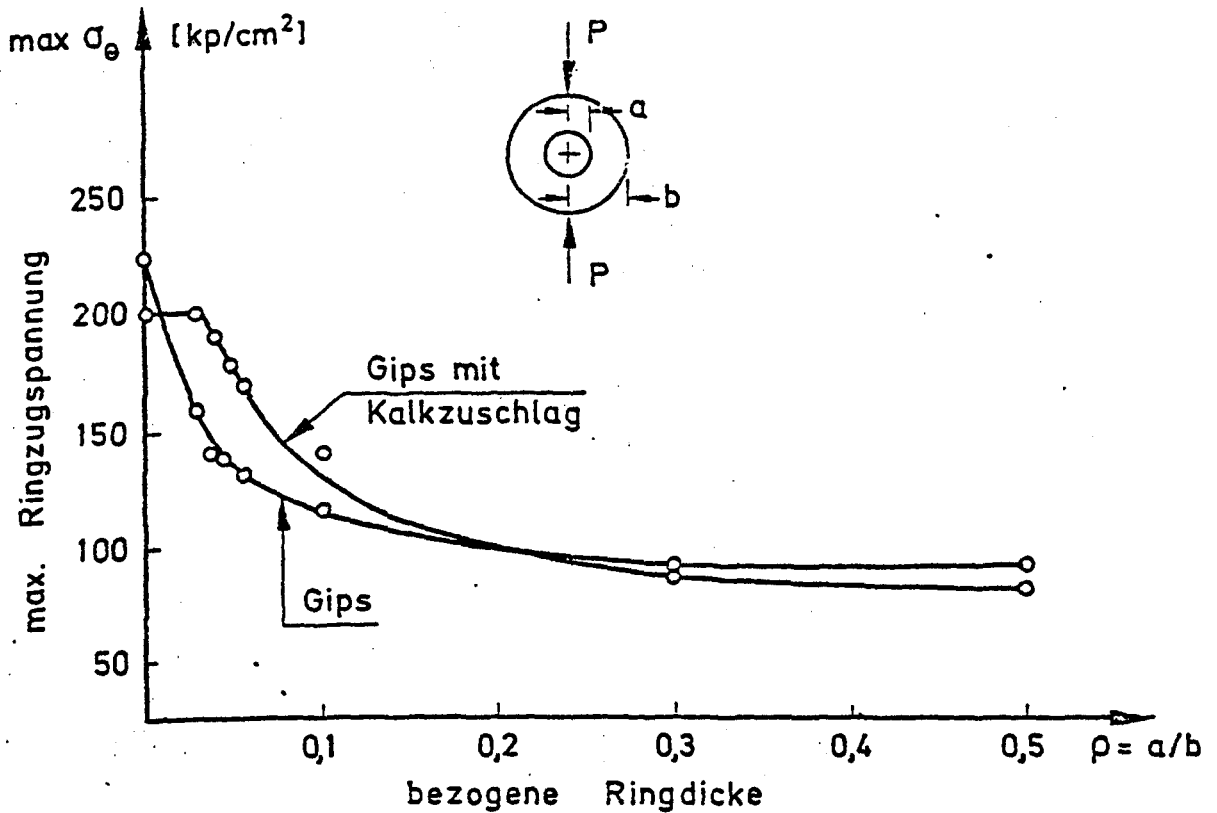


Bild 6

heterogenen Vergleichsstoff bis $\varnothing 7$ mm, d. h. bis zu einem zehnfach größeren Lochdurchmesser. Ähnlich wie dies bei grobkörnigem Beton festgestellt werden konnte, erwies sich das heterogene Versuchsmaterial sehr stark "kerbunempfindlich".

In einer weiteren Versuchsserie stellte Hudson allgemein für beide Stoffe fest, daß Löcher unterhalb des kritischen Durchmessers in beliebiger Lage entlang der Spaltebene wirkungslos auf das Prüfergebnis sind. Diese Beobachtung steht im Einklang mit Meßergebnissen im Innern des Betongefüges, die je nach Feinheit der Meßmethode 10-20-fache Dehnungsspitzen ohne Folge, d.h. ohne Auftreten eines wahrnehmbaren Mikrorisses, ergaben (vgl. EIBL u. IVANYI [34]).

LAJTAI [93] geht auch davon aus, daß das Maß der Spannungskonzentration, ermittelt nach der Elastizitätstheorie, nicht ausschließlich für das Eintreten des Bruches maßgebend sein kann, da ein - aufgrund einer Spitzenspannung - örtlich auftretender Riß in einem je nach Materialstruktur unterschiedlich großen Bereich zu Spannungsumlagerungen führen wird.

Statt des Spitzenwertes sollte daher nach seinem Vorschlag die mittlere Spannung über eine Strecke $2d$ in Richtung des zu erwartenden Mikrorisses als Bruchkriterium verwendet werden (Bild 7). Die Ausdehnung des Bereiches ($2d$), über den gemittelt wird, ist hierbei ein Materialkonstant. Je größer $2d$ für ein Material ist, umso größer ist seine Duktilität. Lajtai's Versuche an Probekörpern aus Gips ergeben $2d \approx 2$ mm, was in der gleichen Größenordnung liegt, wie der kritische Lochdurchmesser nach HUDSON [68] mit 0,7 mm.

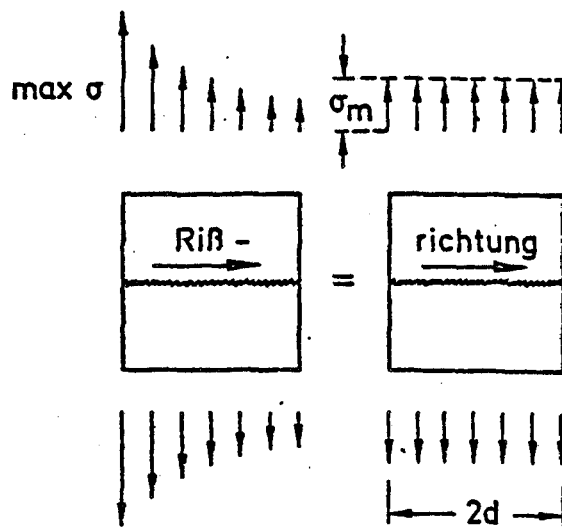


Bild 7

Die theoretische Begründung dieses von Lajtai vorgeschlagenen Verfahrens ist nicht uneingeschränkt annehmbar, da er über den beschriebenen Weg eine sekundäre Tragfähigkeit des jeweiligen mechanischen Modells ohne nähere Untersuchung der tatsächlichen Spannungs- und Verformungszustände im gerissenen Bereich definiert.

Die vorangegangenen Betrachtungen lassen deutlich erkennen, daß der Einfluß der Spannungsverteilung auf die Festigkeit durch die Materialstruktur relativiert wird. Insbesondere können Spannungskonzentrationen nur im Zusammenhang mit den jeweiligen Struktureigenschaften des verwendeten Materials bewertet werden. Kenngrößen, die unterschiedliche Materialstrukturen z. B. von Beton mit einfachen Mitteln zutreffend zu beschreiben ermöglichen würden, fehlen allerdings.

4. Direkte und indirekte Zugversuche an unterschiedlich zusammengesetzten Betonen

4.1 Allgemeines

Entsprechend der Zielsetzung des Forschungsvorhabens sollten experimentelle Arbeiten Vergleiche der direkt und indirekt ermittelbaren Zugfestigkeiten unterschiedlich zusammengesetzter Betone ermöglichen. Zu diesem Zweck war insbesondere erforderlich, in Kenntnis der in der Literatur im einzelnen beschriebenen Methoden zur direkten Ermittlung der Zugfestigkeit in Zerreißversuchen entsprechende Einrichtungen zu entwerfen und zu testen. Es wurden für die Einspannung der Prüfkörper zwei Verfahren in die engere Wahl gezogen:

- Klemmzangen
- aufgeklebte Stahlplatten

Die hierzu erforderlichen umfangreichen Untersuchungen, insbesondere auch die Wahl geeignet geformter Prüfkörper, wurden im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt. ^{ihre Ergebnisse} Diese Arbeit ~~findet sich im Anhang des Berichtes und wird~~ ^{hier} in Abschnitt 4.2 ^{wiedergegeben.} bezüglich ihrer wesentlichen Aussagen ^{zusammengefaßt.} Der ^{haupte} ~~zweite Teil der Arbeiten~~ ^{des vorliegenden Berichtes} konzentrierte sich auf Biegezugversuche an unbewehrten Kleinbalken unterschiedlicher Geometrie gemäß Bild 8. Begleitend hierzu wurden Spaltzugversuche an Zylindern $\varnothing 15$ cm, ~~L = 30 cm~~ und zentrische Zugversuche sowie, zur Bestimmung der Betongüte, Prismendruckversuche durchgeführt. ~~Diese~~ Ergebnisse werden in Abschnitt 4.3 erläutert.

an Zylindern $\varnothing 15$, L = 30 cm

X

4.2 Entwicklung einer Versuchseinrichtung für Zerreißversuche (s. Anhang)

8, 9 und 10 (Seiten 6, 9, 10)

Im Rahmen der versuchstechnischen Voruntersuchungen wurden zwei Krafteinleitungskonstruktionen und 3 Prüfkörperformen ^{überprüft} ~~gefestet~~ (s. Bilder 2.1 u. 2.2 bzw. 3.1). Den Vorversuchen ging eine systematische Untersuchung der prüfbedingten Spannungszustände der Prüfkörper voraus ~~(Abschnitt 3)~~ ^{hierauf}. Danach wurden Eichversuche mit beiden ~~Konstruktionen~~ ^{Krafteinleitungs-} an ~~allen~~ ^{und mit} drei Prüfkörperformen durchgeführt. Diese Versuche wurden durch umfangreiche Dehn^{mess}ungen begleitet, um in dieser Weise den rechnerischen Spannungszustand zu überprüfen ~~(Abschnitt 4)~~. Anhand der Meßergebnisse wurden weitere, modifizierte Berechnungen mittels Finiter Elemente vorgenommen, um die Krafteinleitung der Zangenkonstruktion wirklichkeitsnäher zu erfassen, ~~(Abschnitt 4.5.1)~~.

Die Eichversuche führten auf einige wichtige prüftechnische Konsequenzen für die weitere experimentelle Tätigkeit, insbesondere im Hinblick auf die Vorbereitung der Prüfkörper: ^{→ Seite 14} ~~(Abschnitt 4.6)~~. Nach Lösung dieser Probleme konnte durch erneute Messungen nachgewiesen werden, daß bei geeigneter Probenvorbereitung Zerreißversuche mit beiden konzipierten Einrichtungen mit großer Exaktheit durchführbar sind ~~(Diagramm 5.7)~~. ^{172, 120, 12}

Insgesamt ergaben die Untersuchungen folgende Hinweise ~~für weitere Versuche~~.

- Obwohl beide Krafteinleitungskonstruktionen ^{zu} Zugfestigkeiten mit nur sehr geringer Abweichung ~~erzielen lassen~~ ^{erzielen}, ist die praktische Handhabung einergeklebten Konstruktion einfacher, die Vorbereitungsarbeiten sind geringeren Ausmaßes.

+) Bildnummern und Abschnittsbezeichnung gemäß Anhang.

- Befriedigende Ergebnisse lassen sich nur an stetig gevouteten Prüfkörpern ohne "schnelle" Querschnittsverjüngungen erzielen. Hierzu sind allerdings Prüfkörperlängen von $L = 90 \text{ cm}$ erforderlich, wenn ein Bruchquerschnitt $> 100 \text{ cm}^2$ angestrebt wird, was aus konstruktiven Gründen erforderlich ist (Prüfquerschnitt \rightarrow prökt. Kern) ^{prinzipieller Erwägung}

4.3 Serielle Untersuchungen ^{~~hauptsächlich~~ Hauptvermutungen}

Insgesamt wurden 3 Versuchsserien (A, B und C) durchgeführt, um Relationen zwischen direkten und indirekten Zugfestigkeiten in Abhängigkeit vom Dehnungsgradienten bzw. von den Eigenschaften der Betonstruktur, beschrieben durch die Kornzusammensetzung des Zuschlages, zu gewinnen. Die Eigenschaften der verwendeten Betone enthalten die Tafeln 1 bis 3, die Prüfergebnisse ^{die} der Tafeln 4 bis 6.

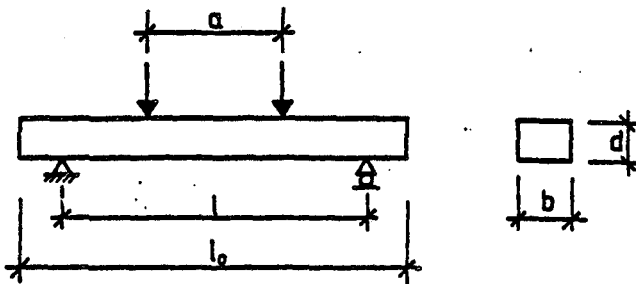
Serie A diente dem Vergleich zwischen Spaltzug- und Zerreißfestigkeiten an einem feinkörnigen (I) und grobkörnigen (II) Beton. In beiden Fällen wurden höhere Spaltzugfestigkeiten erzielt, die Höhe des Anstieges ist jedoch unterschiedlich bei beiden Betonen: Der gröber strukturierte Beton II zeigt 20 % der feinere Beton I nur 10 % höhere Spaltzugfestigkeiten ^{als die mittleren Zugfestigkeiten}. Überraschend nahe ^{beieinander} liegen die mit beiden Krafteinleitungskonstruktionen ermittelten Zerreißfestigkeiten, was als ein Zeichen der sorgfältigen Versuchsdurchführung ^{von Bedeutung} im Rahmen der Diplomarbeit gewertet werden kann.

In Serie B sollten Biegezugfestigkeiten bei Balkenhöhen von 10 und 15 cm an 70 und 90 cm langen Balken gegenübergestellt werden. ^{zu Beginn auf die} Innerhalb der Heterogenität des Betons wurden größere Bereiche erfaßt, ^{aus} um die allgemeine Tendenz dieser Einflußgröße herauszubekommen. ^{solcher Art} Tafel 5 können folgende Zusammenhänge entnommen werden:

- wachsende Balkenlänge und Querschnittshöhe führen zur Abminderung^{er} der Biegezugfestigkeit
- "sehr fein" und "grob" strukturierte Betone ergeben innerhalb der vorerwähnten Tendenz sehr ausgeprägte Unterschiede.

Es ergab *(aus diesen Versuchen)* insgesamt zeigte sich die Notwendigkeit, nach dieser Serie, eine weitere Balkenhöhe *nach* nämlich $d = 25 \text{ cm}$ heranzuziehen, um eindeutigeren Vergleiche zu ermöglichen. Diesem Zweck entsprach Serie C, die auch durch Zerreiß- und Spaltzugversuche begleitet wurde.

Die Ergebnisse von Serie C sind in Tafel 6 enthalten. Sie *zeigen* ~~geben~~ zwar innerhalb einer Untersuchungsreihe - Ausnahme Reihe 8 - eine mit zunehmender Balkenhöhe abfallende Biegezugfestigkeit, eine sichere Vergleichbarkeit der einzelnen Reihen untereinander ist jedoch nicht möglich.



b	d	l	l_0	a
15	10	60	70	30
	15			
	10	80	90	40
	15			
	25			

Alle Maße in cm!

Bild 11: Prüfkörper abmängen

Tafel 1 - Betonzusammensetzung für Serie A

Bezeichnung	Zementart	Zementgehalt [kg/m ³]	W/Z	Körnung in mm [Gew. %]					Ausbreitmaß [cm]
				0/1	0/2	2/8	8/16	16/32	
I	PZ 35 F Teutonia	330	0,65	20	33	47	-	-	39,0
II		263	0,66	13	12	25	15	35	38,5

Tafel 2 - Betonzusammensetzung für Serie B

Bezeichnung	Zementart	Zementgehalt [kg/m ³]	W/Z	Körnung in mm [Gew. %]					Ausbreitmaß [cm]
				0/1	0/2	2/8	8/16	16/32	
1	PZ 35 F Teutonia	250	0,65	20	33	47	-	-	40
2			0,65	20	32	23	15	10	41
3			0,90	60	10	30	-	-	46
4			0,65	-	15	20	15	50	40

Tafel 3 - Betonzusammensetzung für Serie C

Bezeichnung	Zementart	Zementgehalt [kg/m ³]	W/z	Körnung mm [Gew. %]					Ausbreitmaß [cm]
				0/1	0/2	2/8	8/16	16/32	
5	PZ 35 F Teutonia	250	0,90	60	10	30	-	-	35
6			0,65	-	15	20	15	50	41
7			0,90	60	10	30	-	-	35
8			0,65		15	20	15	50	42
9									43

Tafel 4 - Prüfergebnisse, Serie A

Be- zeich- nung	7 - Tage - Festigkeiten ^{+) [N/mm²]}							
	Spaltzug		Zug/Zange		Zug/geklebt		Prismen	
	β_{SZ}	n ⁺⁺⁾	β_{ZZ}	n	β_{ZK}	n	β_p	n
I	2,38 \pm 0,23	18	2,19 \pm 0,20	8	2,14 \pm 0,23	9	26,1 \pm 1,17	9
II	2,33 \pm 0,29	18	1,98 \pm 0,31	9	1,86 \pm 0,26	9	24,1 \pm 2,53	9

+) Mittelwert \pm Standardabweichung

++) Anzahl der Prüfkörper

Tafel 5 - Prüfergebnisse, Serie B

Bezeich- nung	7 - Tage Festigkeiten ⁺⁺⁺⁾ [N/mm ²]					Bemerkung
	Biegezug ⁺⁾				Prismen	
	10/70 ⁺⁺⁾	15/70	10/90	15/90		
1	4,37	4,01	4,23	3,56	27,3	fein ⁺⁺⁺⁺⁾
2	4,10	3,65	3,88	3,42	24,2	mittel
3	2,46	2,30	2,19	2,14	11,6	sehr fein
4	4,20	3,89	4,19	3,31	29,7	grob

- +) Breite stets 15 cm
 ++) Höhe/Länge
 +++) je 6 Prüfkörper
 ++++) Charakterisierung der Körnung

Tafel 6 - Prüfergebnisse, Serie C

Bezeichnung	7 - Tage - Festigkeiten ⁺⁺⁾ [N/mm ²]					Bemerkung
	Biegezug ⁺⁺⁺⁾			Spaltzug	Zug	
	10/90 ⁺⁺⁺⁺⁾	15/90	25/90			
5	2,40	2,47	1,95	1,49	1,46	sehr fein ⁺⁾
6	3,51	3,57	3,19	2,63	1,54	grob
7	2,52	2,23	2,06	1,59	1,21	sehr fein
8	3,44	3,11	3,65	2,91	1,92	grob
9	3,85	3,10	3,27	2,75	1,49	grob

- +) Charakterisierung der Körnung
 ++) je 6, Zugversuche je 3 Prüfkörper
 +++)) Breite stets 15 cm
 +++)) Höhe/Länge

5. Diskussion der Ergebnisse

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden direkte und indirekte Zugversuche durchgeführt, um den Einfluß der Heterogenität des Betons auf die mit unterschiedlichen Methoden ermittelbaren Zugfestigkeiten zu studieren. Vergleiche zwischen Zerreißfestigkeit und Spaltzugfestigkeit ergaben, daß hierbei systematische, auf Strukturmerkmale des geprüften Betons zurückführbare Unterschiede existieren. Biegezugversuche an kleineren Prüfkörpern der Länge 70 cm lassen ähnliche Schlüsse zu. Biegezugversuche an ~~größeren Prüfkörperlängen~~ ^{Prüfkörpern größerer Länge und größerer Querschnitt}, die für eine entsprechende Variation der Querschnittsabmessungen erforderlich ~~sind~~ ^{waren}, erwiesen sich als ungeeignet, um ~~die Zielsetzung auf diesem Wege~~ ^{den Zweck der} weiter zu verfolgen. Die Ursachen hierfür dürften folgende sein:

- Mit größeren Abmessungen kann die gemeinsame Herstellung aller Prüfkörper einer Reihe nicht mehr gewährleistet werden. (X)
- Größere Prüfkörper zeigen eine sehr starke Empfindlichkeit gegenüber Austrocknungserscheinungen, die jedoch wegen der effektiv erforderlichen Versuchsvorbereitungszeit nicht vermeidbar sind; eine "tropfnasse" Prüfung scheidet aus.
- Mit wachsenden Querschnittsabmessungen lassen sich nicht alle übrigen Versuchsbedingungen konstant halten. So erhebt sich insbesondere die Frage nach dem Abstand der Lasteintragungspunkte: Wenn dieser über wachsende Querschnittshöhen konstant gehalten wird, wie dies in den Versuchen der Serie C der Fall war, stellt dieser Umstand zwar konstante a/l -Verhältnisse gemäß Bild 8 sicher, statistische Aspekte - relative Größe des gleichmäßig auf Biegung beanspruchten Bereiches - lassen sich jedoch hierdurch nicht erfüllen.

Aufgrund dieser Erfahrung

~~Aus dieser Problematik~~ lassen sich für weitere Arbeiten auf dem Gebiet der Erfassung von Struktureinflüssen auf die Zugfestigkeit des Betons folgende Schlüsse ziehen:

Die Gleichmäßigkeit der Betonqualität kann nicht mehr hinreichend gewährleistet werden.

- Direkt untereinander zu vergleichende Ergebnisse müssen zwangsweise an Prüfkörpern gewonnen werden, die aus einer Mischung hergestellt werden.
- Um dieses vorrangige Ziel zu erreichen, müssen innerhalb einer Vergleichsserie möglichst Prüfkörper mit in etwa gleichbleibendem Volumen gewählt werden.

Beide Kriterien lassen sich nur im Rahmen ~~anderer~~ indirekter Zugversuche erfüllen. Es wird hier in erster Linie auf Ringkörper (s. Abschnitt 3.2, Bild 6) hingewiesen, die eine hinreichend große Variation des Spannungszustandes bei praktisch konstantem Körpervolumen zulassen.

an Prüfkörpern besonderer Formgebung

6. Zusammenfassung

Die Ermittlung der Zugfestigkeit spröder Werkstoffe erfolgt häufig mit indirekten Methoden, wobei Prüfkörper mit nicht homogenen Spannungszuständen verwendet werden. Unterschiede zwischen Zerreißfestigkeit und indirekten Zugfestigkeiten sind bisher nicht eindeutig erklärbar; die maßgebende Rolle der Heterogenität der Materialstruktur ist jedoch der Literatur zu entnehmen. Zur Klärung des Einflusses der Betonzusammensetzung auf die Unterschiede zwischen den an verschiedenen Prüfkörpern ermittelbaren Zugfestigkeiten wurden am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz Zerreiß-, Spaltzug- und Biegezugversuche durchgeführt; die aus der Literatur bekannten Tendenzen wurden bestätigt. Für genauere Abgrenzungen erwiesen sich jedoch Biegeversuche an Balken größeren Querschnitts als wenig geeignet, da die Konstanz wichtiger Nebenbedingungen hierbei nicht verwirklicht werden kann. Für weitere Untersuchungen muß eine Prüfanordnung unter Einhaltung konstanter Randbedingungen gewählt werden; solche weiterführenden Untersuchungen wären zur Abklärung der anstehenden Fragen dringend erwünscht.

Literaturverzeichnis

- [1] -
Direct tensile test of concrete
RILEM-Bulletin, New Series No. 20, Sept. 1963, S. 84-90
- [2] Addinall, E., Hackett, P.:
Tensile fracture in rock-like materials
Proc. of the 6th Symposium on Rock Mechanics, Rolla, Mo.,
1964, S. 515-538
- [3] Alexander, K. M.:
Strength of the cement-aggregate bond
ACI Journal, Proc. Vol. 56, No. 5, Nov. 1959,
S. 377-390
- [4] Alexander, K.M., Wardlaw, J., Gilbert, D.J.:
Aggregate-cement bond, cement paste strength and the
strength of concrete
Proceedings of the "Int. Conference on the structure of
concrete", Sept. 1965, London, Cement and Concrete
Association, London, 1968, S. 59-81
- [5] Argyris, J.H., Faust, G., Szimmat, J., Warnke, E.P., William
Recent developments in the finite element analysis of
prestressed concrete reactor vessels
to be published in the Int. Journal of Nuclear Engineering
and Design, Vol 27, 1974
- [6] Avram, C., Filimon, I., Marinov, R.:
Die Biegezugfestigkeit des Betons
Wiss. Zeitschrift der TU Dresden, Band 17, Heft 6,
1968, S. 1543-1545
- [7] Balázs, G.:
A beton húzószilárdságának vizsgálata (Methoden zur Prüfung
der Zugfestigkeit des Betons)
Wissenschaftliche Mitteilungen Nr. 7 des Lehrstuhls für
Baustoffkunde der TU Budapest, 1973

- [8] Balázs, G.:
A beton húzószilárdságának a viszonzyszámai (Verhältniszahlen der Zug- und Druckfestigkeiten)
Wissenschaftliche Mitteilungen Nr. 23 des Lehrstuhls für Baustoffkunde der TU Budapest, 1976
- [9] Batdorf, S. B.:
Fracture statistics of brittle materials with intergranular cracks
Nuclear Engineering and Design, Vol. 35, 1975, S. 349-360
- [10] Bazant, Z.P.:
Instability, ductility, and size effect in strain-softening concrete
Journal of the Engineering Mechanics Division, Proc. of the ASCE, Vol. 102, No. EM2, April 1976, S. 331-344
- [11] Berenbaum, R., Brodie, I.:
Measurement of the tensile strength of brittle materials
British Journal of Applied Physics, Vol. 10, Juni 1959, S. 281-287
- [12] Bieniawski, Z. T.:
Mechanism of brittle fracture of rock - Part I: Theory of the fracture process
Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 4, 1967, S. 395-406
- [13] Blakey, B. E.:
The cracking of fracture of concrete
Civil Engineering and Public Works Review, Vol. 52, No. 615, Sept. 1957, S. 1000 - 1003
- [14] Blakey, F. A., Beresford, F. D.:
A note on strain distribution in concrete beams
Civil Engineering und Public Works Reviews, Vol. 50, No. 586 April 1955, S. 415-416
- [15] Bonzel, J.:
Biegezug- und Spaltzugfestigkeit des Betons
Beton-Verlag, Düsseldorf, 1965

- [16] Bonzel, J.:
Ein Beitrag zur Frage der Verformung des Betons
beton, Vol. 21, Heft 2, Febr. 1971, S. 57-60, Heft 3,
März 1971, S. 105-109
- [17] Brady, B. T.:
A statistical theory of brittle fracture for rock materials
Part I - Brittle fracture under homogeneous axisymmetric
states of stress
Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,
Vol. 6, 1969, S. 21-42
- [18] Brown, C. B.:
Minimum volumes to ensure homogeneity in certain
conglomerates
Journal of the Franklin Institut, Vol. 279, No. 3,
März 1965, S. 189-199
- [19] Brown, E. T.:
Strength-size effects in rock material
Proc. of Symposium of Int. Society of Rock Mechanics,
Nancy, 1971, Paper II-11
- [20] Brown, J. H.:
Measuring the fracture toughness of cement paste and mortar
Magazine of Concrete Research, Vol. 24, No. 81, Dez. 1972,
S. 185-196
- [21] Carneiro, F.:
Une nouvelle méthode d'essai pour déterminer la résistance
à traction du béton
RILEM, Paris, 1947
- [22] Chen, A.C.T.:
Constitutive relations of concrete and punch indentation
problems
Dissertation, Lehigh-University, Bethlehem, Pennsylvania,
1973

- [23] Cook, D. J.:
Factors affecting the tensile creep of concrete
Proceedings of the Int. Conference on the Mechanical Behaviour of Materials, Kyoto 1971, S. 214-224
- [24] Cook, D. J., Hague, M. N.:
The tensile creep and fracture of desiccated concrete and mortar on water sorption
RILEM, Materials and Structures, Vol. 7, No. 39, Mai-Juni 1974, S. 191-196
- [25] Daniels, H. E.:
The statistical theory of the strength of bundles of threads
Proc. of the Royal Society, London, Vol. 183, 1945, S. 405-435
- [26] Davidge, R. W., Tappin, G.:
The effective surface energy of brittle materials
Journal of Materials Science, Vol. 3, 1968, S. 165-173
- [27] Davies, J. D., Stagg, K. G.:
Splitting tests on rock specimens
Proceedings of the Second Congress of the Int. Society for Rock Mechanics, Beograd, 1970, Paper 3-48, S. 343-350
- [28] Desay, P., Veerappan, M.:
A new indirect tension test for concrete and other brittle materials
RILEM, Materials and Structures, Vol. 5, No. 30, 1972, S. 371-377
- [29] Domone, P. L.:
Uniaxial tensile creep and failure of concrete
Magazine of Concrete Research, Vol. 26, No. 88, Sept. 1974, S. 144-152
- [30] Dougill, J.W.:
Schriftlicher Diskussionsbeitrag
Proc. of the "International Conference on the Structure of Concrete", Sept. 1965, London, Cement and Concrete Association, London, 1968, S. 310-312

- [31] Dougill, J. W.:
A mathematical model for the failure of cement paste and mortars
Magazine of Concrete Research, Vol. 19, No. 60, Sept. 1968
S. 135-142
- [32] Dougill, J. W.:
Further consideration of a mathematical model for progressive fracture of a heterogeneous material
Magazine of Concrete Research, Vol. 23, No. 74, März 1971
S. 5-10
- [33] Durelli, A. J., Parks, V.:
Relationship of size and stress gradient to brittle failure
Proceedings of the 4th US National Congress of Applied Mechanics, 1962, S. 931-938
- [34] Eibl, J., Iványi, G.:
Studie zum Trag- und Verformungsverhalten von Stahlbeton
Heft 260 des DAfStb., Berlin 1976
- [35] Einstein, H. H., Beacher, G. B., Hirschfeld, R. C.:
The effect of size on strength of a brittle rock
Proceedings of the Second Congress of the Int. Society for Rock Mechanics, Beograd, 1970, Paper 3-2, S. 7-14
- [36] Elvery, R. H., Haroun, W.:
A direct tensile test for concrete under long- oder short-term loading
Magazine of Concrete Research, Vol. 20, No. 63, Juni 1968
S. 111-116
- [37] Epstein, B.:
Statistical aspects of fracture problems
Journal of Applied Physics, Vol. 19, Febr. 1948,
S. 140-147
- [38] Evans, R. H., Marathe, M. S.:
Stress distribution around holes in concrete
RILEM, Materials and Structures, Vol. 1, No. 1, Jan.-Febr. 1968, S. 57-60

- [39] Evans, R. H., Marathe, M. S.:
Microcracking and stress-strain curves for concrete in tension
RILEM, Materials and Structures, Vol. 1, Jan.-Febr. 1968, S. 61-64
- [40] Fairhurst, C.:
On the validity of the "Brazilian" test for brittle materials
Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, vol. 1, 1964, S. 535-546
- [41] Finnie, J.:
Some aspects of the statistical nature of brittle strength
The South African Mechanical Engineer, Vol. 18, Febr. 1969, S. 149-156
- [42] Freudenthal, A. M.:
Inelastisches Verhalten von Werkstoffen
VEB Verlag Technik, Berlin 1955
- [43] Freudenthal, A. M.:
Statistical approach to brittle fracture
Kapitel 6 in "Fracture - An Advanced Treatise", Vol. II (Mathematical Fundamentals), ed. by H. Liebowitz, Academic Press, New York, 1968
- [44] Galan, A.:
Die Bildung und Verbreitung von Mikrorissen im Beton bei mittiger Druck- und Zugbeanspruchung
Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden, Band 17, Heft 6, 1968, S. 1526-1529
- [45] Galloway, J. W., Harding, H. M.:
Elastic moduli of a lean and a pavement quality concrete under uniaxial tension and compression
RILEM, Materials and Structures, Vol. 9, No. 49, 1976, S. 13-18

- [46] Glucklich, J.:
Fracture of plain concrete
Journal of the Engineering Mechanics Division,
Proc. of the ASCE, Vol. 89, No. EM6, Dez. 1963,
S. 127-138
- [47] Glucklich, J., Cohen, L. J.:
Size as a factor in the brittle-ductile transition and
the strength of some materials
Int. Journal of Fracture Mechanics, Vol. , Dez. 1967,
S. 278-289
- [48] Glucklich, J., Cohen, L. J.:
Strain-energy and size effects in a brittle material
Materials Research & Standards, Vol. 8, Okt. 1968,
S. 17-22
- [49] Griffith, A.:
The phenomena of rupture and flow in solids
Philosophical Transaction, Royal Society of London,
Vol. 221, 1920, S. 163-198
- [50] Hammersley, J. M., Handscomb, D. C.:
Monte-Carlo-Methods
Methuen's Monographs on Applied Probability and
Statistics, London, 1967
- [51] Hannant, D. J.:
The tensile strength of concrete: a review paper
The Structural Engineer, Vol. 50, No. 7, Julie 1972,
S. 253-258
- [52] Hannant, D. J., Buckley, K. J., Croft, J.:
The effect of aggregate size on the use of the cylindrical
splitting tests as a measure of tensile strength
RILEM, Materials and Structures, Vol. 6, No. 31,
1973, S. 15-21

- [53] Hardy, M. P., Hudson, J. A., Fairhurst, C.:
The failure of rock beams - Part I: Theoretical Studies,
Part II: Experimental Studies
Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,
Vol. 10, 1973, S. 53-67 und 69-82
- [54] Hawkes, I., Mellor, M.:
Uniaxial testing in rock mechanics laboratories
Engineering Geology, Vol. 4, 1970, S. 177-285
- [55] Hawkes, I., Mellor, M., Gariepy, S.:
Deformation of rocks under uniaxial tension
Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,
Vol. 10, 1973, S. 493-507
- [56] Heckel, K.:
Einführung in die technische Anwendung der Bruchmechanik
Hanser Verlag, München, 1970
- [57] Heilmann, H. G.:
Beziehungen zwischen Zug- und Druckfestigkeit des Betons
beton, 1969, Heft 2, S. 68 - 70
- [58] Heilmann, H. G.:
Zugspannung und Dehnung in unbewehrten Betonquerschnitten
bei exzentrischer Belastung
Dissertation, TU München, 1975
- [59] Heilman, H., Hilsdorf, H., Finsterwalder, K.:
Festigkeit und Verformung von Beton unter Zugspannungen
Bericht Nr. 64 der MPA für Bauwesen der TH München, 1967
- [60] Hillemeier, B.:
Bruchmechanische Untersuchungen des Rißfortschritts in
zementgebundenen Werkstoffen
Dissertation, TH Karlsruhe, 1976
- [61] Hilsdorf, H.:
Versuchstechnische Probleme beim Studium der Verformungs-
eigenschaften des Betons
Materialprüfung, Vol. 5, Nr. 11, Nov. 1963, S. 421-428

- [62] Hobbs, D. W.:
The tensile strength of rocks
Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,
Vol. 1, 1964, S. 385-396
- [63] Hobbs, D. W.:
An assessment of a technique for determining the tensile
strength of rock
British Journal of Applied Physics, Vol. 16, 1965,
S. 259-268
- [64] Hobbs, D. W.:
The strength and deformation of concrete under
short-term loading: a review
Technical Report No. 42.484 - Cement and Concrete
Association, London, Sept. 1973
- [65] Hodgson, K., Cook, N. G. W.:
The effect of size and stress gradient on the strength
of rock
Proceedings of the Second Congress of the Int. Society
for Rock Mechanics, Beograd, 1970
- [66] Hsu, T. T. C., Slate, F. O.:
Tensile bond strength between aggregate and cement
paste or mortar
ACI Journal, Proc. Vol. 60, No. 4. April 1963,
S. 465-486
- [67] Hsu, T. T. C., Slate, F.O., Sturman, G. M., Winter, G.:
Microcracking of plain concrete and the shape of the
stress-strain curve
ACI Journal, Proc. Vol. 60, No. 2, Febr. 1963,
S. 209-224
- [68] Hudson, J. A.:
Tensile strength and the ring test
Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,
Vol. 6, 1969, S. 91-97

- [69] Hudson, J. A., Brown, E. T., Rummel, F.:
The controlled failure of rock discs and rings loaded in
diametral compression
Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,
Vol. 9, 1972, S. 241-248
- [70] Hudson, J. A., Crouch, S. L., Fairhurst, C.:
Soft, stiff and servo-controlled testing machines: a review
with reference to rock failure
Engineering Geology, Vol. 6, 1973, S. 155-189
- [71] Hughes, B. P., Chapman, G. P.:
The deformation of concrete and microconcrete in
compression and tension with particular reference
to aggregate size
Magazine of Concrete Research, Vol. 18, No. 54,
März 1966, S. 19-24
- [72] Hughes, B. P., Chapman, G. P.:
The complete stress-strain curve for concrete in direct
tension
RILEM-Bulletin, No. 30, 1966, S. 95-97
- [73] Hughes, B. P., Ash, J. E.:
Short-term loading and deformation of concrete in uniaxial
tension and pure torsion
Magazine of Concrete Research, Vol. 20, No. 64, Sept. 1968,
S. 145-154
- [74] Hughes, B. P., Ash, J. E.:
Anisotropy and failure criteria for concrete
RILEM, Materials and Structures, Vol. 3, No., 18, 1970,
S. 371-374
- [75] Imbert, I. D. C.:
The effect of holes on tensile deformations in plain
concrete
Highway Research Abstracts, Vol. 39 (12), 1969, S. 72

- [76] Inglis, C. E.:
Stresses in a plate due to the presence of cracks and sharp corners
Transactions of the Institution of Naval Architects, London, März 1913
- [77] Irwin, G. R., Kies, J. A.:
Fracturing and fracture dynamics
Welding Research Supplement, Febr. 1952, S. 95-s-100-s
- [78] Jaeger, J. C., Hoskins, E. R.:
Stresses and failure in rings of rock loaded in diametral tension or compression
British Journal of Applied Physics, Vol. 17, 1966, S. 685-692
- [79] Johnston, C. D.:
Strength and deformation of concrete in uniaxial tension and compression
Magazine of Concrete Research, Vol. 22, No. 70, März 1970, S. 5-16
- [80] Johnston, C. D., Sidwell, E. H.:
Testing concrete in tension and in compression
Magazine of Concrete Research, Vol. 20, No. 65, Dez. 1968, S. 221-228
- [81] Jones, R.:
A method of studying the formation of cracks in a material subjected to stress
British Journal of Applied Physics, Vol. 3, No. 7, Juli 1952, S. 229-232
- [82] Jones, R.:
The failure of concrete specimens in compression and flexure
Chapter 2 in "Mechanical properties of non-metallic brittle materials", ed. by W. H. Walton, Butterworth Scientific Publications, London, 1958, S. 29-34

- [83] Kadlecek, V., Spetla, Z.:
Neue Prüfmethode und Beziehung zwischen der Zugfestigkeit
und anderen Festigkeiten des Betons
Wiss. Zeitschrift der TU Dresden, Band 17, Heft 6, 1968,
S. 1550-1552
- [84] Kaplan, M. F.:
Crack propagation and the fracture of concrete
ACI Journal, Proc. Vol. 58, No. 5, Nov. 1961,
S. 591-610
- [85] Kaplan, M. F.:
Strains and stresses of concrete at initiation of
cracking and near failure
ACI Journal, Proc. Vol. 60, No. 7, Julie 1963,
S. 853-879
- [86] Karavaev, A.:
Abhängigkeit der Festigkeit des Betons auf Zug bei Biegung
und ausmittiger Belastung von den Querschnittsabmessungen
Wiss. Zeitschrift der TU Dresden, Band 17, Heft 6, 1968,
S. 1545 - 1547
- [87] Kesler, C. E., Lott, J. L., Naus, D. J.:
Fracture mechanics - Its applicability to concrete
Proceedings of the Int. Conference on the Mechanical Behaviour
of Materials, Kyoto 1971, S. 113-124
- [88] Knappe, O.:
Einführung in die Monte-Carlo-Methode
Beitrag. Nr. 6 in "Arbeitsberichte zur Sicherheitstheorie
der Bauwerke", LKI der TU München, Heft 1, Sept. 1972,
S. 97-117
- [89] Komlós, K.:
Factors affecting the stress-strain relation of concrete
in uniaxial tension
ACI Journal, Proc. Vol. 66, No. 2, Febr. 1969,
S. 111-114

- [90] Komlós, K.:
Über den Einfluß der Querschnittsfläche auf die Festigkeits- und Verformungseigenschaften des Betons im unmittelbaren Zugversuch
beton, Heft 8, 1970, S. 345-349
- [91] Komlós, K.:
Comments on the long-term tensile strength of plain concrete
Magazine of Concrete Research, Vol. 22, No. 73, Dez. 1970, S. 232,-238
- [92] Krishnawamy, K. T.:
Mechanism of failure and microcracking of plain concrete under uniaxial tensile loading
Indian Concrete Journal, Mai 1971, S. 204-208 u. 222
- [93] Lajtai, E. Z.:
Effect of tensile stress gradient on brittle fracture initiation
Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 9, 1972, S. 569-578
- [94] Lindner, C. P., Sprague, J. C.:
Effect of depth of beam upon the modulus of rupture of plain concrete
Proceedings of the ASTM, Vol. 55, 1955, S. 1062-1084
- [95] Lott, J., Kesler, C. E.:
Crack propagation in plain concrete
Symposium on "Structure of portland cement paste in Concrete
Special Report No. 90, Highway Research Board, Washington 1966, S. 204-218
- [96] Malcov, K. A.:
Einfluß der Wassersättigung auf die mechanischen Eigenschaften des Betons
Wiss. Zeitschrift der TU Dresden, Band 17, Heft 6, 1968, S. 1576-1578

- [97] Malhotra, V. M.:
Concrete rings for determining tensile strength of
concrete
ACI Journal, Proc. Vol. 67, No. 4, April 1970, S. 354-357
- [98] Martin, H.:
Zusammenhang zwischen Oberflächenbeschaffenheit, Verbund
und Sprengwirkung von Bewehrungsstählen unter Kurzzeit-
belastung
Schriftenreihe des DAfStb, Heft 228, Berlin 1973
- [99] McClintock, F. A., Walsh, J. B.:
Friction on Griffith cracks in rock under pressure
Proc. of the 4th US National Congress on Applied
Mechanics, 1962, S. 1015-1021
- [100] McNeely, D. J., Lash, S. D.:
Tensile strength of concrete
ACI Journal, Proc. Vol. 60, No. 6, Juni 1963, S. 751-763
- [101] Meichßner, F.:
Zugelastizität und Zugplastizität bei Beton auf Grund
von Versuchen
Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden, Band 17,
Heft 6, 1968, S. 1547-1548
- [102] Mellor, M., Hawkes, I.:
Measurement of tensile strength by diametral compression
of discs and annuli
Engineering Geology, Vol. 5, 1971, S. 173-225
- [103] Mindess, S., Nadeau, J. S.:
Effect of notch width on K_{Ic} for mortar and concrete
Cement and Concrete Research, Vol. 6, 1976, S. 529-534
- [104] Moavezadeh, F., Kuguel, R.:
Fracture of concrete
Journal of Materials, Vol. 4, Now. 3. Sept. 1969, S. 497-
519

- [105] Nakayama, J.:
Direct measurement of fracture energies of brittle heterogeneous materials
Journal of the American Ceramic Society, Vol. 48, No. 11, Nov. 1965, S. 583-587
- [106] Narrow, I., Ullberg, E.:
Correlation between tensile splitting strength and flexural strength of concrete
ACI Journal, Proc. Vol. 60, No. 1, Jan. 1963, S. 27-38
- [107] Nielsen, K. E. C.:
Effect of various factors on the flexural strength of concrete test beams
Magazine of Concrete Research, Vol. 5, No. 15, März 1954, S. 105-114
- [108] Nishimatsu, Y.:
Statistical considerations on the brittle fracture
Proceedings of the 10th Japan Congress on Test of Material Kyoto 1967, S. 132-135
- [109] O'Clery, D. P., Byrne, J. G.:
Testing concrete and mortar in tension
Engineering, Vol. 189, No. 4900, 18. März 1960, S. 384-385
- [110] Okada, K., Koyanagi, W.:
Effect of aggregate on the fracture process of concrete
Proceedings of the Int. Conference on the Mechanical Behaviour of Materials, Kyoto 1971, S. 72-83
- [111] Oladapo, I. O.:
Cracking and failure in plain concrete beams
Magazine of Concrete Research, Vol. 16, No. 47, Juni 1964, S. 103 - 110
- [112] Orowan, E.:
Fracture and strength of solids
Rep. Progr. Physics, Vol. 12, 1949, S. 185 - 232

- [113] Orowan, E.:
Fundamentals of brittle behaviour in metals
Symposium on "Fatigue and fracture of metals",
John Wiley & Sons, New York, 1950
- [114] Patten, B. J. F.:
The effects of adhesiv bond between coarse anggregate
and mortar on the physical properties of concrete
UNICIV Report No. R-82, University of New South Wales,
Kensington, Australia, Febr. 1972
- [115] Peirce, F. T.:
Tensile tests for cotton yarnsv. "The weakestlink"
theorems on the strength of long and of composite
specimens
Journal of the Textile Institut, Vol. 17, 1926
S. 355-368
- [116] Philleo, R. E.:
The origin of strength of concrete
Symposium on "Structure of portland cement paste and
concrete", Special Report No. 90, Highway Research Board,
Washington D. C., 1966, S. 175-185
- [117] Popovics, S.:
The fracture mechanism in concrete: how much do we know?
Journal of the Structural Division, Proc. of the ASCE,
Vol. 95, No. EM3, Juni 1969, S. 531-544
- [118] Radjy, F., Hansen, T.C.:
Fracture of hardened cement paste and concrete
International Congrass on Fracture, April 1973, München,
Paper PL IX-133 - Verein Deutscher Eisenhüttenleute,
Düsseldorf
- [119] Reinhardt, H. W.:
Zur Kombination Bruchmechanik, Beton, Wärmespannungen
Materialprüfung, Bd. 16, Nr. 6, Juni 1974, S. 174-176

- [120] Rüsch, H.:
Physikalische Fragen der Betonprüfung
Zement-Kalk-Gips, Jg. 12, Heft 1, Jan. 1959,
S. 1-9
- [121] Rüsch, H.:
Die Ableitung der charakteristischen Werte der Beton-
zugfestigkeit
beton, Heft 2, 1975, S. 55-58 (Jg. 25)
- [122] Rüsch, H., Hilsdorf, H.:
Verformungseigenschaften von Beton unter zentrischen
Zugspannungen
Bericht Nr. 44 des MPA für das Bauwesen, TH München,
1963
- [123] Savanick, G. A., Johnson, D. I.:
Measurements of the strength of grain boundaries in
rock
Int. Journal of Rock Mechanics and Minings Sciences,
Vol. 11, 1974, S. 173-180
- [124] Schack, R.:
Ein Beitrag zur Berechnung der Durchbiegung von Stahl-
betonbauteilen auf wahrscheinlichkeitstheoretischer
Grundlage
Dissertation, TU Darmstadt, 1974
- [125] Schwiete, H., Ludwig, U., Albeck, J.:
Die Bindungen von Zuschlagstoffen an Zementstein
Wiss. Zeitschrift der TU Dresden, Band 17, Heft 6,
1968, S. 1587-1590
- [126] Sell, R.:
Einfluß der Zwischenlagen auf Streuung und Größe der
Spaltzugfestigkeit
Schriftenreihe des DAfStb., Heft 155, Teil I, Berlin 1963

- [127] Shah, P., McGarry, F. J.:
Griffith fracture criterion and concrete
Journal of the Engineering Mechanics Division, Proc. of
the ASCE, Vol. 97, No. EM 6, Dez. 1971, S. 1663-1676
- [128] Singh, B. G.:
Specific surface of aggregates related to compressive
and flexural strength of concrete
ACI Journal, Proc. Vol. 54, No. 10, April 1958,
S. 897-907
- [129] Smith, C., Guttman, L.:
Measurement of internal boundaries in three-dimensional
structures by random sectioning
Transactions, American Institut of Mining Engineering,
Journal of Metals, Januar 1953, S. 81-87
- [130] Spooner, D. C.:
Measurement of the tensile strength of concrete by
an indirect method - The cylinder splitting test
Technical Report TRA 419 - Cement and Concrete
Association, London, Mai 1969
- [131] Stroeven, P.:
Some aspects of the micromechanics of concrete
Stevin Laboratory, Technologycal University of Delft,
1973
- [132] Swan, G.:
The observation of cracks propagating in rock plates
Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,
Vol 12, 1975, S. 329-334
- [133] Tepfers, R.:
A theory of bond applied to overlapped tensile reinfor-
cement splices for deformed bars.
Publication 73/2, Division on Concrete Structures,
Chalmers University of Technology, Göteborg,
Schweden, 1973

- [134] Testa, R. B., Stubbs, N.:
Concrete failure related to constituent properties
Journal of the Engineering Mechanics Division, Proc. of
the ASME, Vol. 102, No. EM3, Juni 1976, S. 515-529
- [135] Todd, J. D.:
The determination of tensile stress-strain curves for
concrete
Proc. of the Institut of Civil Engineers, Vol. 4,
No. 2, 1955, S. 201-211
- [136] Tucker, J.:
Statistical theory of the effect of dimensions and of
method of loading upon the modulus of rupture of beams
Proceedings of the ASTM, Vol. 41, 1941, S. 1072-1089
- [137] Vasilu, D.:
Torsionszugfestigkeit des Betons
Betonsteinwerk + Fertigteil-Technik, Heft 2, 1975,
S. 76-81
- [138] Vorlicek, M.:
The effect of the extent of stressed zone upon the
strength of material
Acta Technica CSAV, No. 2, 1963, S. 149-175
- [139] Wagner-Grey, U.:
Tragfähigkeit von Beton unter inneren Pressungen nach
den Modellen der dickwandigen Hohlkugel und des dick-
wandigen Hohlzylinders
Cement and Concrete Research, Vol. 6, No. 1, 1976,
S. 15-28
- [140] Walker, S., Bloem, D. L.:
Effects of aggregate size on properties of concrete
ACI Journal, Proc. Vol. 57, No. 3, Septl 1960,
S. 283-298

- [141] Walsh, J. B.:
The effect of cracks in rocks on Poisson's ratio
Journal of Geophysical Research, Vol. 70, No. 20,
Okt. 1965, S. 5249-5257
- [142] Walsh, P. F.:
Fracture of plain concrete
The Indian Concrete Journal, Vol. 46, Nov. 1972,
S. 469, 470, 476
- [143] Wawersik, W. R.:
Detailed analysis of rock failure in laboratory compression tests
Dissertation, University of Minnesota, 1968
- [144] Weibull, W.:
A statistical theory of strength of materials
Handlering Nr. 151, Ingeniörs Vetenskaps Akademien,
Stockholm, 1939
- [145] Weibull, W.:
The phenomenon of rupture in solids
Handlering Nr. 153, Ingeniörs Vetenskaps Akademien,
Stockholm, 1939
- [146] Welch, G. B.:
Tensile strains in unreinforced concrete beams
Magazine of Concrete Research, Vol. 18, No. 54,
März 1966, S. 9 - 18
- [147] Welch, G. B., Haisman, B.:
The application of fracture mechanics to concrete
and measurement of fracture toughness
RILEM, Materials and Structures, Vol. 2, No. 9,
1969, S. 171-177
- [148] Westergaard, H. M.:
Bearing pressures and cracks
Journal of Applied Mechanics, Vol. 61A, 1939,
S. 49-62

- [149] Winnie, D. H., Wundt, B. M.:
Application of the Griffith-Irwin theory of crack propagation to the bursting behaviour of discs including analytical and experimental studies
Transactions, ASME, Vol. 80, 1958, S. 1643-1655
- [150] Wright, P. J. F.:
The effect of the method of test on the flexural strength of concrete
Magazine of Concrete Research, Vol. 4, No. 11, Okt. 1952, S. 67-76
- [151] Wright, P. J. F.:
Comments on an indirekt tensile test on concrete cylinders
Magazine of Concrete Research, Vol. 7, No. 20, Juli 1955, S. 87-96
- [152] Zienkiewicz, O. C., Cheung, Y. K.:
The finite element method in structural continuum mechanics
McGraw-Hill Ltd., London, 1972
- [153] Zimbelmann, R.:
Untersuchung der Kontaktzone zwischen Zuschlag und Zementstein
2. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben "Technische Möglichkeiten zur Erhöhung der Zugfestigkeit von Beton",
Universität Stuttgart, 1975

A N H A N G

Theoretische und experimentelle Untersuchung von Kraftein-
leitungsproblemen bei der Ermittlung der zentrischen Zug-
festigkeit von Beton

(Diplomarbeit des Herrn cand.ing. Klaus Stege,
Lehrstuhl für Stahlbeton u. Massivbau der TU Braunschweig, 1977

- Auszugsweise Wiedergabe -

Inhaltsangabe

1. Einleitung	3
2. Beschreibung der Lasteintragungs Konstruktionen	6
2.1. Zangenartige Lasteintragungs Konstruktion	6
2.2. Krafteinleitungs Konstruktion und Klebeverbund	8
3. Rechnerische Untersuchung	10
3.1. Wahl der Querschnitte	15 10
3.2. Beschreibung des Rechenprogrammes u. Programmeingabe	13
3.3. Ermittlung der Spannungen für verschiedene Lastfälle	17
3.3.1. Zangenartige Lasteintragungs Konstruktion	17
3.3.2. Lasteintragungs Konstruktion mit Klebeverbund	47
4. Durchführung der Eichversuche	56
4.1. Vorbetrachtungen	56
4.2. Herstellung der Prüfkörper	57
4.3. Versuchsergebnisse	61
4.3.1. Prüfkörper 1	61
4.3.2. Prüfkörper 2	69
4.3.3. Prüfkörper 3	73
4.4. Auswertung der Versuchsergebnisse	78
4.4.1. Symmetrie	78
4.4.1.1. Zangenartige Lasteintragungs Konstruktion	78
4.4.1.2. Klebe Konstruktion	87

4.4.2. Spannungen	91
4.4.2.1. Zangenartige LasteintragungsKonstruktion	91
4.4.2.2. KlebeKonstruktion	101
4.5. Auswertung der Programmsergebnisse	106
4.5.1. Zangenartige LasteintragungsKonstruktion	106
4.5.2. KlebeKonstruktion	137
4.6. Folgerungen für die Hauptversuche	142
5. Hauptversuche	145 -
5.1. Versuchsdurchführung	145
5.2. Versuchsergebnisse	147
5.3. Versuchsauswertung	161
5.3.1. Berechnung statistischer Kennwerte	161
5.3.1.1. Spaltzugfestigkeiten	162
5.3.1.2. Zugfestigkeiten mit der ZangenKonstruktion	164
5.3.1.3. Zugfestigkeiten mit der KlebeKonstruktion	166
5.3.1.4. Druckfestigkeiten β_{w7}	168
5.3.1.5. Druckfestigkeiten β_{p7}	169
5.3.2. Gegenüberstellung ermittelter Festigkeiten	170
5.4. Zusammenfassung	172
6. Literaturnachweis	173

1. Einleitung

Eine der wesentlichsten Voraussetzungen zum Entwurf von Baukonstruktionen ist die gründliche Kenntnis des Festigkeits- und Verformungsverhaltens der verwendeten Materialien.

Beton wird nach seiner Druckfestigkeit in Güteklassen eingeteilt. Häufig sind aber auch andere Eigenschaften des erhärteten Betons von Interesse, wie z. B. eine andere Festigkeit als die Druckfestigkeit, der Elastizitätsmodul, die Wasserdurchlässigkeit, die chemische Widerstandsfähigkeit, die Frost- und Tausalzbeständigkeit usw.

Eine dieser besonderen Eigenschaften ist die Zugfestigkeit. Da sie wesentlich kleiner als die Druckfestigkeit ist, führte die Entwicklung in der Vergangenheit schon frühzeitig zum Stahlbeton. Dabei wird angenommen, daß die Zugzone des Betons gerissen ist und Druckspannungen vom Beton und Zugspannungen vom Stahl aufgenommen werden. Es gibt jedoch zahlreiche Betonbauteile, wie z. B. Behälter, Rohre, Platten und Betonstraßen, bei denen Risse nicht auftreten sollen. Für solche Bauteile ist auch die Zugfestigkeit des Betons von Bedeutung - d. h. sie werden nach Stadium I bemessen,

soweit sie nicht vorgespannt werden. Auch für Bauteile mit großer Stoß- und Schlagfestigkeit wie z. B. bei Rammpfählen ist eine möglichst große Zugfestigkeit erwünscht, da ein alleiniges Anwachsen der Druckfestigkeit sprödere Betone ergibt.

In der Vergangenheit ist die Zugfestigkeit von Mörtel und Beton zunächst durch Zerreißen von "Hochkörpern" und von prismen- oder zylinderförmigen Körpern geprüft worden, die in Klauen oder anderen Halterungen befestigt oder an deren Stirnseiten Dübel eingelassen wurden.

Nach spannungsoptischen Untersuchungen treten bei Zerreißversuchen an Mörtel- und Betonproben Spannungs-Konzentrationen an den Einspannstellen auf, die sich auch noch störend auf die Spannungsverteilung im geprüften Zugquerschnitt auswirken. Inhomogene Stellen des Betongefüges und ungleichmäßige Beton-güsse im Zugquerschnitt haben ebenso wie die beim Einsetzen der Zugprobe Körper in die Prüfmaschine nur schwer vermeidbaren Außermittigkeiten zur Folge, daß resultierende Zugkraft und Prüfkörperachse nicht zusammenfallen.

Da es schwierig ist, die Zugfestigkeit von Mörtel und Beton durch einen Zerreißversuch mit einer axialen Zugkraft zu ermitteln, wird die Zugfestigkeit des Betons schon seit langem als Biegezugfestigkeit oder als Spaltzugfestigkeit ermittelt.

Erst in jüngster Zeit ist man in der Lage, zufriedenstellende Untersuchungen über die direkte Zugfestigkeit des Betons durchzuführen. Dabei wird versucht, Nebenspannungen infolge Lasteinleitung dadurch auszuschaufeln, daß genügend steife Lasteintragungsplatten aus Stahl mit geeigneten Klebstoffen auf die Stirnseiten der Probekörper geklebt werden.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden Zuguntersuchungen mit einer zangenartigen auf Reibung funktionierenden Krafteinleitungs konstruktion sowie einer Krafteinleitungs konstruktion mit Klebeverbund durchgeführt.

Beide Prüfeinrichtungen werden kritisch beurteilt und den ermittelten Zugfestigkeiten werden Spaltzugfestigkeiten gegenübergestellt.

Im oberen Teil der Krafteinleitungs Konstruktion bestehen die Greifbacken aus 2 Rollen, während im unteren Bereich 2 Zapfen fest mit den Stahlplatten verbünden sind. Damit die Schere im unbelasteten Zustand nicht zusammenfällt, werden die Diagonalen im Schnittpunkt durch einen Arretierungsstift gehalten.

Zum Zugversuch wird die Betonprobe zwischen die Stahlplatten geschoben. Wenn die Arretierungsstifte gelöst werden, preßt sich die Zange gegen den Betonkörper.

Zum Einstellen eines Anpreßdruckes, zu Beginn des Versuches, sind die hinteren Greifbacken jeweils mit einem verstellbaren Querstab verbünden.

Die Schere ist konstruiert für Probeabmessungen von 15/15 cm und 10/10 cm.

2.2. Krafteinleitungs-Konstruktion mit Klebeverbund

Bei dieser Krafteinleitungsart wird die Zugkraft über eine Klebefuge in den Betonkörper eingeleitet. Vor den Versuchen werden die zu prüfenden Betonprismen an den Stirnseiten je mit einer 30 mm starken Stahlplatte beklebt. In diese Stahlplatten sind vier 25 mm tiefe Innergewinde eingeschnitten.

Für den eigentlichen Versuch wird die Zügvorrichtung auf die Stahlplatten geschraubt. Die Zügvorrichtung besteht aus 4 Stäben aus blankgezogenem St 37k, einem wartungsfreien Axial-Gelenklager, einer 35 mm starken Stahlplatte und einem Dywidag Spannstahl (Durchmesser 26,5 mm) mit zugehöriger Mutter.

Das wartungsfreie Axial-Gelenklager ist mit einer Teflonschicht versehen, um somit eine bessere Gelenkrausbildung zu erreichen.

Nach der Durchführung des Versuches wird die Zügvorrichtung aus der aufgeklebten Stahlplatte geschraubt und ist somit sofort wieder für den nächsten Versuch verwendbar.

3. Rechnerische Untersuchungen

3.1. Wahl der Querschnittsformen

Der Prüfkörper darf eine Mindestgröße nicht unterschreiten, damit die charakteristischen Merkmale des heterogenen Baustoffes Beton berücksichtigt werden können. Als untere Grenze wird dabei im allgemeinen ein Rauminhalt von mindestens $(40)^3 - 1 \cong$ Größtkorn - Durchmesser - angegeben.

Die Form des Prüfkörpers muß eine einfache und genaue Herstellung sowie eine zweifelsfreie Ermittlung des Spannungs-Dehnungszustandes unter Berücksichtigung der nicht-linearen Kraft-Verformungseigenschaften des Betons in jeder Phase der Belastung ermöglichen.

Bei einachsiger Zug- bzw. zweiachsiger Zug- und Zug-Druckbeanspruchung kommt der Einhaltung der Mindestabmessungen zusätzliche Bedeutung zu, da zu klein gewählte Querschnitte stark durch Schwinden beeinflusst werden und demzufolge unterschiedliche Zugfestigkeiten aufweisen.

Für die rechnerische Untersuchung werden 3 verschiedene Querschnittsformen der Prüfkörper gewählt (siehe Bild 3.1)

Der erste Prüfkörper hat einen Rechteckquerschnitt. Vom Querschnitt her gesehen weist diese Form keine bevorzugte Stelle für einen Bruch aus.

Der zweite Prüfkörper zeigt eine Verjüngung von 15/15 cm auf 15/10 cm im mittleren Bereich. Diese Verjüngung geschieht ziemlich plötzlich auf einer Länge von 2,5 cm.

Damit besitzt der Querschnitt einen bevorzugten Abschnitt von 2,5 cm in dem der Bruch stattfinden soll.

Der dritte Prüfkörper besitzt ebenfalls eine Verjüngung von 15/15 cm auf 15/10 cm im mittleren Bereich.

Der Übergang zum verjüngten Querschnitt geschieht hier jedoch allmählicher, dennoch weist der Körper eine bevorzugte Bruchlänge von 10 cm aus. Als Alternative zum dritten Querschnitt hätte man einen Prüfkörper wählen können, bei dem die Verjüngung von 15/15 cm auf 10/15 cm noch allmählicher bis zur Symmetrieachse vorstatten geht. Diese Form ist aber insofern ungünstig, als daß etwaige Fehlstellen im Beton nicht mit dem einen bevorzugten Bruchquerschnitt zusammen fallen brauchen. Dies würde bedeuten, der Körper reißt nicht an der Stelle des minimalsten Querschnittes. Es würde nicht die wahre Zugfestigkeit gemessen werden.

3.2. Beschreibung des Rechenprogrammes und Programmeingabe

Mit Hilfe eines vom Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau zur Verfügung gestellten Programmes (ISO Scheibe 2) soll der Spannungszustand im Einleitungsbereich der zangenartigen Krafteinleitungskonstruktion ermittelt werden. Es handelt sich um ein Programm zur Berechnung von ebenen Spannungszuständen. (siehe Bild 3.2)

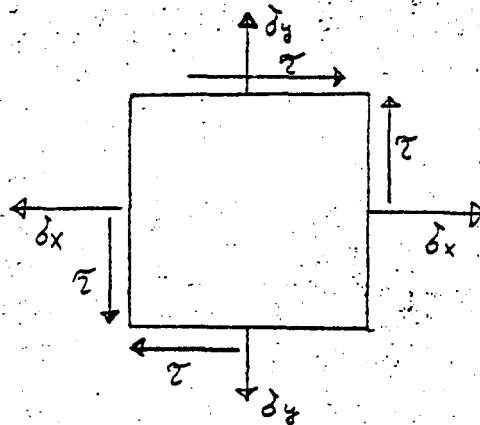


Bild 3.2 - Errechnete Spannungen

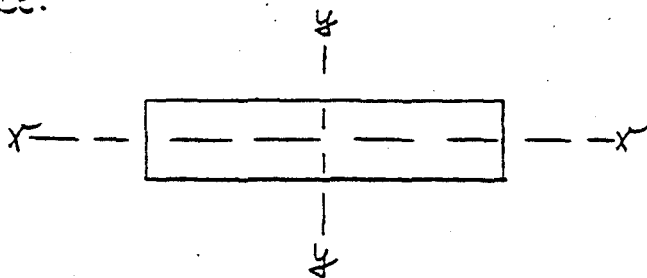
Das Rechenprogramm ist auf der numerischen Methode der Finiten Elemente aufgebaut. Es erlaubt, beliebig berandete, belastete und unterstützte, einfach oder mehrfach zusammenhängende Scheiben einschließlich Zwängungsspannungen zu berechnen.

Dem Programm liegen viereckige isoparametrische

Elemente - jedes Element kann verschiedene Materialeigenschaften aufweisen - mit quadratischem Verschiebungsansatz in beiden Richtungen zu Grunde, die ein linear veränderliches Spannungsfeld innerhalb jedes Elementes ergeben. Das Programm setzt ideal elastischen Werkstoff voraus. Es arbeitet in allen Bereichen der Spannungs-Dehnungslinie mit dem gleichen E-Modul. Die Spannungen sind über die Dicke des Querschnittes als konstant anzusehen.

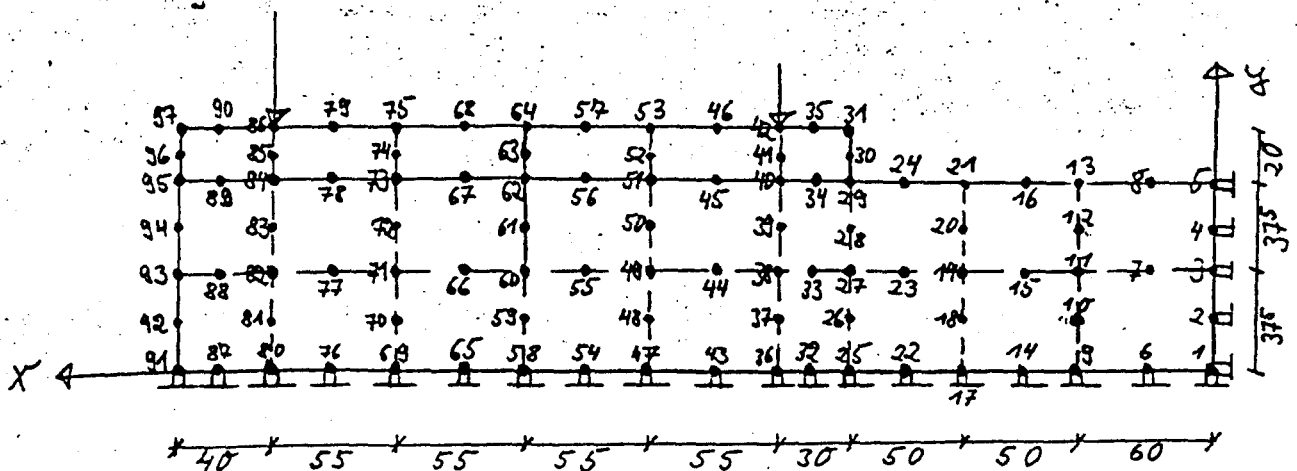
Aus den Spannungen σ_x , σ_y und τ werden die Hauptspannungen σ_1 und σ_2 ermittelt und zeichnerisch dargestellt.

Um das System Prüfkörper - Zange dem Programm eingeben zu können, muß das dreidimensionale Problem auf ein zweidimensionales reduziert werden. Dazu wird nur die Mittelfläche des Systems betrachtet. Die nächsten Überlegungen gelten der Eingabe der Randbedingungen. Dazu werden Symmetriebetrachtungen angestellt.



Der Prüfkörper ist doppelt symmetrisch \rightarrow dem Programm wird nur $1/4$ des Prüfkörpers mit den entsprechenden Randbedingungen eingegeben. Unter der Wirkung der Zugkraft Z am oberen und unteren Ende des Prüfkörpers kann die Symmetrieachse $x-x$ keine Verschiebungen in y -Richtung, die $y-y$ -Achse keine Verschiebung in x -Richtung ausführen, d.h. jeder Punkt der Symmetrieachsen ist senkrecht zur Symmetrieachse durch ein Rollenlager gehalten zu denken.

Bei der Elemententeilung ist darauf zu achten, daß die Lasten nur in Eckpunkten des Elementes angreifen können. Es wird folgende Elementteilung für die 3 Querschnitte gewählt (siehe Bild 3.3)



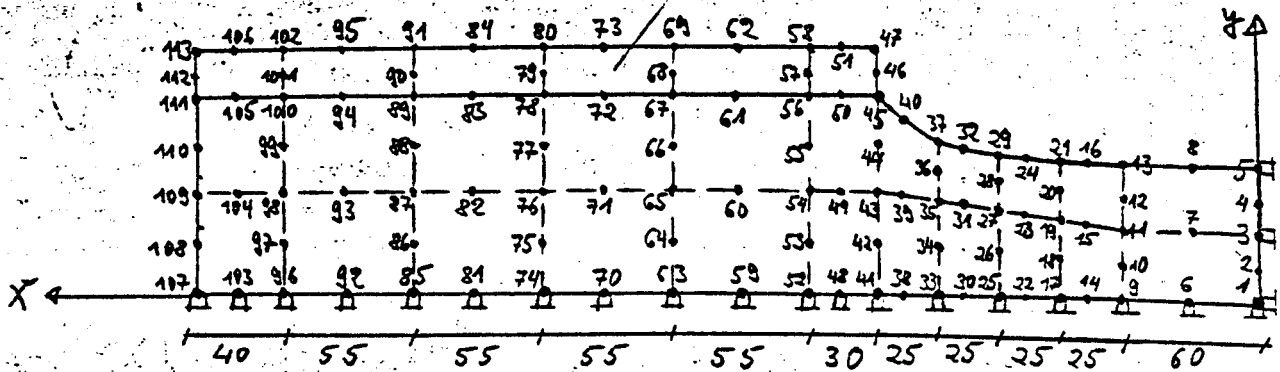
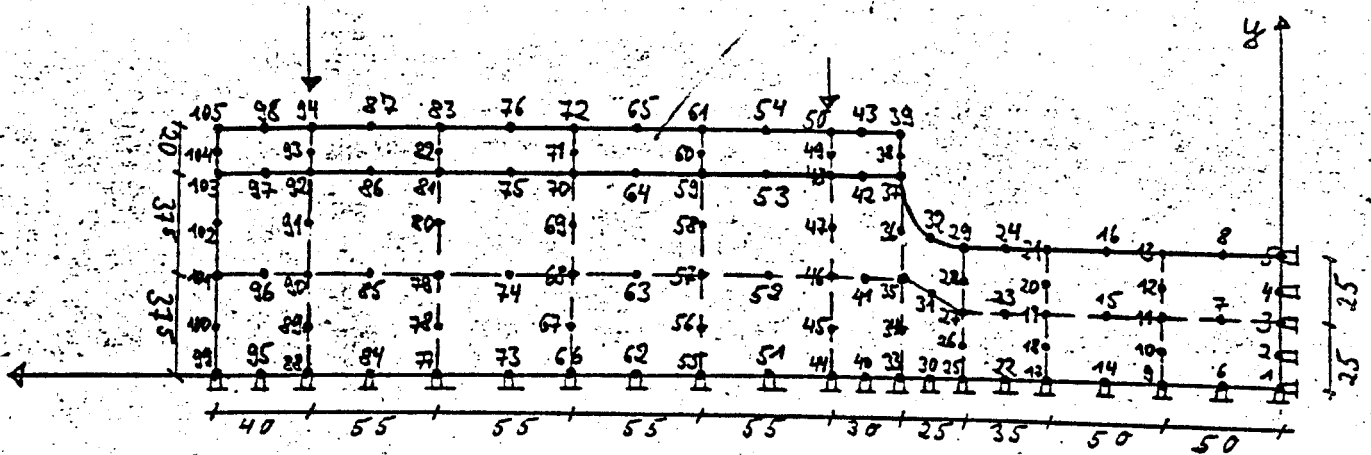


Bild 3.3 Elementeinteilung

Stahlplatte und Betonkörper werden als ein homogener Werkstoff mit verschiedenen Kennwerten eingegeben.

Beton:

$$E = 3000 \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$$

$$\mu = 0,2$$

$$d = 150 \text{ mm}$$

Stahl:

$$E = 21000 \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$$

$$\mu = 0,3$$

$$d = 170 \text{ mm}$$

3.3. Ermittlung der Spannungen für verschiedene Lastfälle

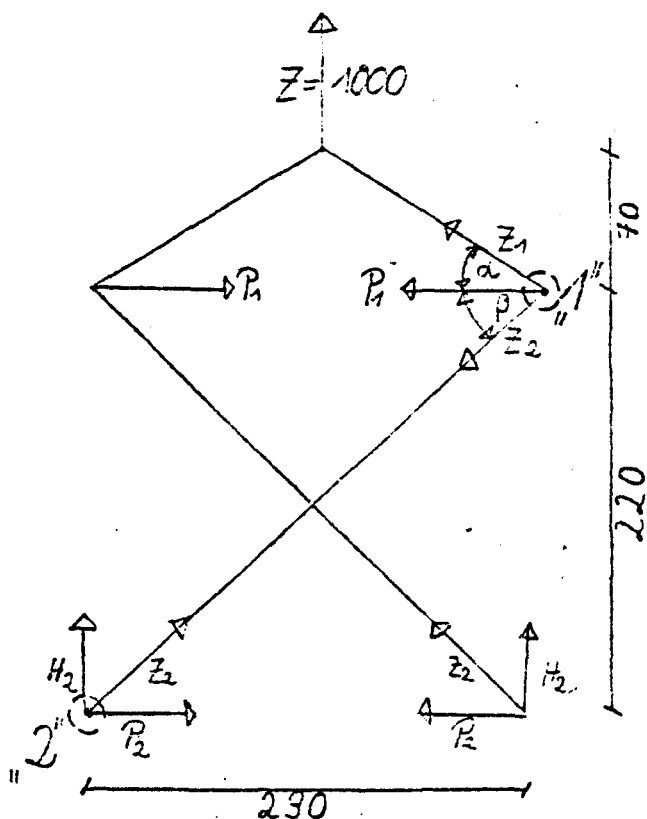
3.3.1. Zangenartige Lasteintragungs Konstruktion

Mit Hilfe des Rechenprogrammes (ISO Scheibe 2) werden verschiedene Lastfälle, zur Erfassung des wirklichen Spannungszustandes im Prüfkörper, durchgerechnet. Die äußeren Kräfte ergeben sich jeweils für eine Zugkraft $Z = 1000 \text{ Kg}$.

Die Auswertung der Programmsergebnisse geschieht unter 4.5. Das Programm errechnet die Spannungen $\sigma_x, \sigma_y, \tau, \sigma_I, \sigma_{II}$ in den 8 Knotenpunkten jedes Elementes.

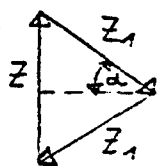
Lastfall 1:

Es wird ein statisches System gewählt, bei dem die obere Greifbacke der Zange (Rolle) als einwertiges und die untere Greifbacke (fester Zapfen) als zweiwertiges Auflager ausgebildet sind. Die Zugkraft Z wird also allein von den unteren Greifbacken in die Stahlplatte eingeleitet. Im Einleitungsbereich der Zange ergibt sich somit folgendes Kräftebild.



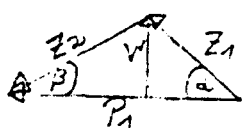
$$\tan \alpha = \frac{7}{11,5} \implies \alpha = 31,3^\circ$$

$$\tan \beta = \frac{22}{23} \implies \beta = 43,7^\circ$$



$$\sin \alpha = \frac{Z/2}{Z_1} \implies Z_1 = \frac{Z/2}{\sin \alpha}$$

$$Z_1 = \frac{Z}{1,033} = 0,962 Z$$



$$P_1 = Z_1 \cdot \cos \alpha + V' / \tan \beta$$

$$\sin \alpha = V' / Z_1 \implies V' = Z_1 \cdot \sin \alpha$$

$$P_1 = Z_1 \cdot \cos \alpha + Z_1 \cdot \sin \alpha / \tan \beta$$

$$P_1 = 0,962 \cdot Z \cdot \cos 31,3^\circ + 0,962 \cdot Z \cdot \sin 31,3^\circ / \tan 43,7^\circ$$

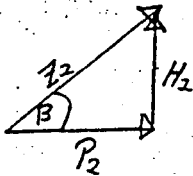
$$P_1 = 0,822 \cdot Z + 0,523 \cdot Z$$

$$\underline{P_1 = 1,345 \cdot Z}$$

$$\sin \beta = V' / Z_2 \Rightarrow Z_2 = V' / \sin \beta = \frac{Z_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$Z_2 = 0,962 \cdot Z \cdot \sin 31,3^\circ / \sin 43,7^\circ$$

$$Z_2 = 0,723 Z$$



$$\cos \beta = P_2 / Z_2 \Rightarrow$$

$$P_2 = Z_2 \cdot \cos \beta = 0,723 \cdot Z \cdot \cos 43,7^\circ$$

$$\underline{P_2 = 0,523 Z}$$

$$\sin \beta = H_1 / Z_2 \Rightarrow H_2 = Z_2 \cdot \sin \beta = 0,723 \cdot Z \cdot \sin 43,7^\circ$$

$$\underline{H_2 = 0,5 Z}$$

$$Z = 1000 \text{ kp} \Rightarrow$$

Lastfall 1: $\underline{P_1 = 1345 \text{ kp}}$

$$\underline{H_1 = 0}$$

$$\underline{P_2 = 523 \text{ kp}}$$

$$\underline{H_2 = 500 \text{ kp}}$$

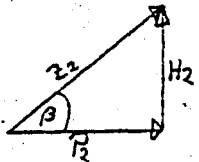
$$P_1 = 0,822 \cdot Z + 0,523 \cdot Z$$

$$\underline{P_1 = 1,345 \cdot Z}$$

$$\sin \beta = V'/Z_2 \implies Z_2 = V'/\sin \beta = \frac{Z_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$Z_2 = 0,962 \cdot Z \cdot \sin 31,3^\circ / \sin 43,7^\circ$$

$$Z_2 = 0,723 Z$$



$$\cos \beta = P_2 / Z_2 \implies$$

$$P_2 = Z_2 \cdot \cos \beta = 0,723 \cdot Z \cdot \cos 43,7^\circ$$

$$\underline{P_2 = 0,523 Z}$$

$$\sin \beta = H_2 / Z_2 \implies H_2 = Z_2 \cdot \sin \beta = 0,723 \cdot Z \cdot \sin 43,7^\circ$$

$$\underline{H_2 = 0,5 Z}$$

$$Z = 1000 \text{ kp} \implies$$

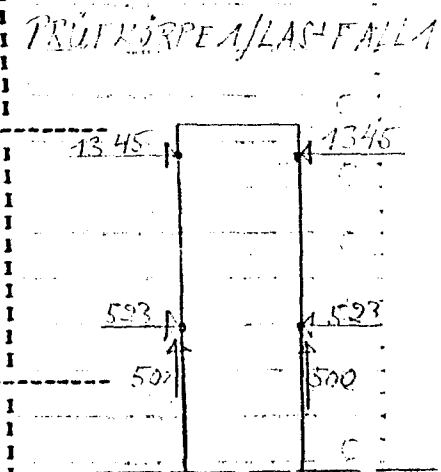
$$\underline{\text{Lastfall 1: } P_1 = 1345 \text{ kp}}$$

$$\underline{H_1 = 0}$$

$$\underline{P_2 = 523 \text{ kp}}$$

$$\underline{H_2 = 500 \text{ kp}}$$

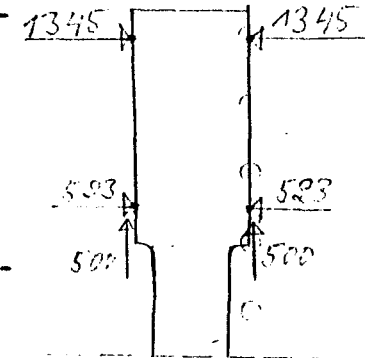
	KN.NR.	1	X	Y	SIGX	SIGY	TAU	SIG1	SIG2	PHI	
1	1	1	0.00	0.00	0.449E-01	0.523E-03	-0.115E-03	0.449E-01	0.522E-03	-0.15	1
2	2	1	0.00	18.75	0.447E-01	0.311E-03	-0.164E-03	0.447E-01	0.311E-03	-0.21	1
3	3	1	0.00	37.50	0.445E-01	0.575E-03	-0.224E-03	0.445E-01	0.574E-03	-0.29	1
4	4	1	0.00	56.25	0.442E-01	0.290E-03	-0.680E-04	0.442E-01	0.289E-03	-0.11	1
5	5	1	0.00	75.00	0.439E-01	-0.471E-03	0.596E-04	0.439E-01	-0.472E-03	0.08	1
6	6	1	30.00	0.00	0.439E-01	0.122E-02	-0.255E-04	0.439E-01	0.122E-02	-0.03	1
7	7	1	30.00	37.50	0.446E-01	0.527E-03	0.281E-03	0.446E-01	0.525E-03	0.37	1
8	8	1	30.00	75.00	0.448E-01	0.410E-03	0.912E-03	0.448E-01	0.391E-03	1.18	1
9	9	1	60.00	0.00	0.430E-01	0.217E-02	0.120E-03	0.430E-01	0.217E-02	0.17	1
10	10	1	60.00	18.75	0.438E-01	0.186E-02	0.113E-02	0.438E-01	0.183E-02	1.54	1
11	11	1	60.00	37.50	0.452E-01	0.274E-03	0.111E-02	0.452E-01	0.247E-03	1.41	1
12	12	1	60.00	56.25	0.451E-01	-0.441E-03	0.576E-03	0.451E-01	-0.448E-03	0.72	1
13	13	1	60.00	75.00	0.443E-01	0.121E-03	0.107E-02	0.444E-01	0.951E-04	1.39	1
14	14	1	85.00	0.00	0.407E-01	0.451E-02	0.479E-04	0.407E-01	0.451E-02	0.08	1
15	15	1	85.00	37.50	0.443E-01	0.315E-02	0.519E-02	0.449E-01	0.251E-02	7.08	1
16	16	1	85.00	75.00	0.485E-01	-0.264E-02	-0.200E-02	0.486E-01	-0.271E-02	-2.23	1
17	17	1	110.00	0.00	0.347E-01	0.806E-02	0.448E-03	0.347E-01	0.806E-02	0.96	1
18	18	1	110.00	18.75	0.399E-01	0.748E-02	0.355E-02	0.403E-01	0.710E-02	6.16	1
19	19	1	110.00	37.50	0.442E-01	0.837E-02	0.103E-01	0.449E-01	0.562E-02	14.95	1
20	20	1	110.00	56.25	0.489E-01	0.362E-02	0.473E-02	0.494E-01	0.313E-02	5.89	1
21	21	1	110.00	75.00	0.547E-01	-0.260E-02	-0.451E-02	0.551E-01	-0.296E-02	-4.47	1
22	22	1	135.00	0.00	0.325E-01	0.173E-02	0.306E-03	0.325E-01	0.173E-02	0.57	1
23	23	1	135.00	17.50	0.337E-01	0.363E-02	0.275E-02	0.340E-01	0.338E-02	5.18	1
24	24	1	135.00	75.00	0.778E-01	0.954E-02	0.152E-01	0.811E-01	0.630E-02	12.02	1
25	25	1	160.00	0.00	0.321E-01	-0.860E-02	-0.525E-03	0.321E-01	-0.860E-02	-0.74	1
26	26	1	160.00	18.75	0.321E-01	-0.642E-02	-0.100E-03	0.321E-01	-0.642E-02	-0.15	1
27	27	1	160.00	37.50	0.315E-01	-0.463E-02	-0.400E-02	0.319E-01	-0.507E-02	-6.25	1
28	28	1	160.00	56.25	0.467E-01	0.151E-02	0.371E-02	0.470E-01	0.120E-02	4.66	1
29	29	1	160.00	75.00	0.723E-01	0.175E-01	0.178E-01	0.775E-01	0.123E-01	16.49	1
30	30	1	160.00	85.00	0.333E-01	0.249E-01	0.252E-01	0.547E-01	0.354E-02	40.26	1
31	31	1	160.00	95.00	-0.251E-01	0.133E-01	0.286E-01	0.286E-01	-0.404E-01	61.93	1
32	32	1	175.00	0.00	0.308E-01	-0.178E-01	-0.376E-03	0.308E-01	-0.178E-01	-0.44	1
33	33	1	175.00	37.50	0.387E-01	-0.201E-01	0.378E-03	0.387E-01	-0.201E-01	0.37	1
34	34	1	175.00	75.00	0.717E-01	-0.366E-01	0.232E-01	0.760E-01	-0.414E-01	11.67	1
35	35	1	175.00	95.00	-0.435E-01	-0.195E-01	-0.411E-01	0.113E-01	-0.744E-01	-53.13	1
36	36	1	190.00	0.00	0.319E-01	-0.262E-01	-0.417E-03	0.319E-01	-0.262E-01	-0.41	1
37	37	1	190.00	18.75	0.324E-01	-0.313E-01	0.289E-02	0.325E-01	-0.314E-01	2.60	1
38	38	1	190.00	37.50	0.355E-01	-0.360E-01	0.652E-02	0.361E-01	-0.366E-01	5.17	1
39	39	1	190.00	56.25	0.333E-01	-0.534E-01	0.157E-01	0.361E-01	-0.562E-01	9.93	1
40	40	1	190.00	75.00	0.127E 00	-0.729E-01	0.151E-01	0.128E 00	-0.740E-01	4.30	1
41	41	1	190.00	85.00	-0.352E-01	-0.937E-01	0.397E-01	-0.152E-01	-0.114E 00	26.81	1
42	42	1	190.00	95.00	-0.295E 00	-0.113E 00	0.736E-01	-0.869E-01	-0.321E 00	70.55	1
43	43	1	217.50	0.00	0.225E-01	-0.289E-01	-0.300E-03	0.225E-01	-0.289E-01	-0.34	1
44	44	1	217.50	37.50	0.227E-01	-0.337E-01	0.156E-01	0.267E-01	-0.377E-01	14.48	1
45	45	1	217.50	75.00	0.378E-01	-0.349E-01	0.352E-01	0.520E-01	-0.491E-01	22.02	1
46	46	1	217.50	95.00	-0.190E 00	-0.453E-01	0.748E-01	-0.136E-01	-0.222E 00	67.04	1
47	47	1	245.00	0.00	0.107E-01	-0.266E-01	0.902E-04	0.107E-01	-0.266E-01	0.14	1
48	48	1	245.00	18.75	0.906E-02	-0.259E-01	0.108E-01	0.121E-01	-0.289E-01	15.90	1
49	49	1	245.00	37.50	0.751E-02	-0.265E-01	0.223E-01	0.185E-01	-0.375E-01	26.31	1
50	50	1	245.00	56.25	-0.392E-02	-0.188E-01	0.290E-01	0.186E-01	-0.413E-01	37.82	1



	I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
10	1	51	1	245.00	1	75.00	1	-0.593E-01	1	-0.128E-01	1	C.423E-01	1	0.122E-01	1	-0.843E-01	1	59.40	1
12	1	52	1	245.00	1	85.00	1	-0.849E-02	1	0.131E-01	1	C.828E-02	1	0.159E-01	1	-0.113E-01	1	71.23	1
	1	53	1	245.00	1	95.00	1	0.862E-01	1	0.422E-01	1	-C.329E-01	1	0.114E 00	1	0.245E-01	1	-28.14	1
14	1	54	1	272.50	1	0.00	1	-0.152E-02	1	-0.189E-01	1	-C.595E-04	1	-0.152E-02	1	-0.189E-01	1	-0.20	1
	1	55	1	272.50	1	37.50	1	-0.473E-02	1	-0.148E-01	1	C.145E-01	1	0.559E-02	1	-0.251E-01	1	35.44	1
16	1	56	1	272.50	1	75.00	1	-0.198E-01	1	-0.804E-02	1	C.248E-01	1	0.115E-01	1	-0.393E-01	1	51.66	1
	1	57	1	272.50	1	95.00	1	0.610E-01	1	-0.424E-02	1	-C.936E-02	1	0.623E-01	1	-0.555E-02	1	-8.01	1
18	1	58	1	300.00	1	0.00	1	-0.133E-01	1	-0.135E-01	1	C.126E-03	1	-0.132E-01	1	-0.135E-01	1	23.83	1
	1	59	1	300.00	1	18.75	1	-0.130E-01	1	-0.104E-01	1	C.114E-02	1	-0.738E-02	1	-0.161E-01	1	53.80	1
20	1	60	1	300.00	1	37.50	1	-0.133E-01	1	-0.533E-02	1	C.855E-02	1	0.132E-03	1	-0.187E-01	1	57.42	1
22	1	61	1	300.00	1	56.25	1	-0.971E-02	1	-0.323E-02	1	C.104E-01	1	0.437E-02	1	-0.173E-01	1	53.65	1
	1	62	1	300.00	1	75.00	1	-0.146E-01	1	0.106E-01	1	C.734E-02	1	0.126E-01	1	-0.166E-01	1	74.89	1
24	1	63	1	300.00	1	85.00	1	0.176E-01	1	0.217E-01	1	C.840E-02	1	0.412E-01	1	0.181E-01	1	23.28	1
	1	64	1	300.00	1	95.00	1	0.988E-01	1	0.191E-01	1	C.139E-01	1	0.101E 00	1	0.167E-01	1	9.61	1
26	1	65	1	327.50	1	0.00	1	-0.124E-01	1	-0.268E-01	1	C.213E-03	1	-0.124E-01	1	-0.268E-01	1	0.84	1
	1	66	1	327.50	1	37.50	1	-0.147E-01	1	-0.222E-01	1	-C.168E-02	1	-0.144E-01	1	-0.226E-01	1	-12.09	1
28	1	67	1	327.50	1	75.00	1	-0.277E-01	1	-0.770E-02	1	C.468E-02	1	-0.666E-02	1	-0.287E-01	1	77.45	1
	1	68	1	327.50	1	95.00	1	0.130E 00	1	-0.115E-01	1	C.291E-02	1	0.130E 00	1	-0.116E-01	1	1.18	1
30	1	69	1	355.00	1	0.00	1	-0.915E-02	1	-0.449E-01	1	-C.127E-03	1	-0.915E-02	1	-0.449E-01	1	-0.20	1
32	1	70	1	355.00	1	18.75	1	-0.101E-01	1	-0.422E-01	1	-C.681E-02	1	-0.876E-02	1	-0.436E-01	1	-11.50	1
34	1	71	1	355.00	1	37.50	1	-0.116E-01	1	-0.419E-01	1	-C.144E-01	1	-0.584E-02	1	-0.476E-01	1	-21.77	1
	1	72	1	355.00	1	56.25	1	-0.191E-01	1	-0.237E-01	1	-C.179E-01	1	-0.334E-02	1	-0.395E-01	1	-41.28	1
36	1	73	1	355.00	1	75.00	1	-0.103E 00	1	-0.554E-02	1	-C.249E-01	1	0.423E-03	1	-0.109E 00	1	-76.52	1
	1	74	1	355.00	1	85.00	1	0.483E-01	1	0.320E-01	1	C.158E-01	1	0.579E-01	1	0.225E-01	1	31.33	1
38	1	75	1	355.00	1	95.00	1	0.277E 00	1	0.719E-01	1	C.607E-01	1	0.294E 00	1	0.553E-01	1	15.30	1
40	1	76	1	382.50	1	0.00	1	-0.218E-02	1	-0.719E-01	1	C.630E-03	1	-0.217E-02	1	-0.719E-01	1	0.52	1
	1	77	1	382.50	1	37.50	1	0.242E-02	1	-0.732E-01	1	-C.103E-01	1	0.380E-02	1	-0.746E-01	1	-7.61	1
42	1	78	1	382.50	1	75.00	1	0.228E-01	1	-0.725E-01	1	-C.383E-01	1	0.363E-01	1	-0.859E-01	1	-19.38	1
	1	79	1	382.50	1	95.00	1	-0.461E-01	1	-0.643E-01	1	-C.887E-01	1	0.339E-01	1	-0.144E 00	1	-42.06	1
44	1	80	1	410.00	1	0.00	1	0.230E-02	1	-0.923E-01	1	C.115E-02	1	0.231E-02	1	-0.923E-01	1	0.70	1
46	1	81	1	410.00	1	18.75	1	0.522E-02	1	-0.983E-01	1	C.182E-02	1	0.525E-02	1	-0.984E-01	1	1.01	1
	1	82	1	410.00	1	37.50	1	0.112E-01	1	-0.104E 00	1	C.221E-02	1	0.113E-01	1	-0.104E 00	1	1.10	1
48	1	83	1	410.00	1	56.25	1	0.257E-01	1	-0.137E 00	1	-C.675E-02	1	0.260E-01	1	-0.138E 00	1	-2.37	1
	1	84	1	410.00	1	75.00	1	0.224E 00	1	-0.164E 00	1	-C.207E-01	1	0.225E 00	1	-0.165E 00	1	-3.04	1
50	1	85	1	410.00	1	85.00	1	-0.512E-01	1	-0.245E 00	1	C.629E-02	1	-0.509E-01	1	-0.245E 00	1	1.86	1
	1	86	1	410.00	1	95.00	1	-0.514E 00	1	-0.332E 00	1	C.385E-01	1	-0.324E 00	1	-0.521E 00	1	78.50	1
52	1	87	1	430.00	1	0.00	1	-0.226E-02	1	-0.106E 00	1	-C.890E-03	1	-0.225E-02	1	-0.106E 00	1	-0.49	1
	1	88	1	430.00	1	37.50	1	0.116E-01	1	-0.108E 00	1	C.602E-02	1	0.119E-01	1	-0.108E 00	1	2.89	1
54	1	89	1	430.00	1	75.00	1	0.621E-01	1	-0.101E 00	1	C.161E-01	1	0.637E-01	1	-0.103E 00	1	5.57	1
	1	90	1	430.00	1	95.00	1	-0.165E 00	1	-0.877E-01	1	C.132E 00	1	0.116E-01	1	-0.264E 00	1	53.13	1
56	1	91	1	450.00	1	0.00	1	-0.543E-02	1	-0.123E 00	1	-C.253E-02	1	-0.538E-02	1	-0.123E 00	1	-1.23	1
	1	92	1	450.00	1	18.75	1	0.557E-03	1	-0.117E 00	1	-C.195E-02	1	0.589E-03	1	-0.117E 00	1	-0.95	1
58	1	93	1	450.00	1	37.50	1	0.117E-01	1	-0.110E 00	1	C.593E-03	1	0.117E-01	1	-0.110E 00	1	0.28	1
	1	94	1	450.00	1	56.25	1	-0.350E-02	1	-0.713E-01	1	C.256E-01	1	0.491E-02	1	-0.817E-01	1	18.15	1
60	1	95	1	450.00	1	75.00	1	-0.113E 00	1	-0.479E-01	1	C.838E-01	1	0.961E-02	1	-0.170E 00	1	55.54	1
	1	96	1	450.00	1	85.00	1	0.486E-02	1	0.439E-01	1	-C.378E-01	1	0.669E-01	1	-0.182E-01	1	-58.64	1
62	1	97	1	450.00	1	95.00	1	0.211E 00	1	0.145E 00	1	-C.195E 00	1	0.375E 00	1	-0.191E-01	1	-40.23	1

AF.ÖR.ER - Lm. FA--1 EFFICIENTEINTEILUNG S. 11.2

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
1	1	1	0.00	1	0.00	1	0.668E-01	1	0.279E-04	1	-0.388E-05	1	0.668E-01	1	0.279E-04	1	-0.00	1
1	2	1	0.00	1	12.50	1	0.667E-01	1	-0.123E-03	1	-0.277E-04	1	0.667E-01	1	-0.123E-03	1	-0.02	1
1	3	1	0.00	1	25.00	1	0.667E-01	1	-0.155E-03	1	-0.470E-04	1	0.667E-01	1	-0.155E-03	1	-0.04	1
1	4	1	0.00	1	37.50	1	0.666E-01	1	-0.966E-06	1	-0.217E-04	1	0.666E-01	1	-0.973E-06	1	-0.02	1
1	5	1	0.00	1	50.00	1	0.665E-01	1	0.360E-04	1	-0.104E-05	1	0.665E-01	1	0.360E-04	1	-0.00	1
1	6	1	25.00	1	0.00	1	0.668E-01	1	-0.928E-04	1	-0.573E-04	1	0.668E-01	1	-0.929E-04	1	0.05	1
1	7	1	25.00	1	25.00	1	0.667E-01	1	0.543E-04	1	-0.132E-03	1	0.667E-01	1	0.541E-04	1	-0.11	1
1	8	1	25.00	1	50.00	1	0.665E-01	1	0.191E-04	1	0.127E-03	1	0.665E-01	1	0.188E-04	1	0.11	1
1	9	1	50.00	1	0.00	1	0.673E-01	1	-0.467E-03	1	0.131E-04	1	0.673E-01	1	-0.467E-03	1	0.01	1
1	10	1	50.00	1	12.50	1	0.670E-01	1	-0.195E-03	1	-0.162E-03	1	0.670E-01	1	-0.195E-03	1	-0.14	1
1	11	1	50.00	1	25.00	1	0.668E-01	1	0.979E-05	1	-0.412E-03	1	0.668E-01	1	0.725E-05	1	-0.35	1
1	12	1	50.00	1	37.50	1	0.663E-01	1	-0.187E-03	1	-0.256E-03	1	0.663E-01	1	-0.188E-03	1	-0.22	1
1	13	1	50.00	1	50.00	1	0.658E-01	1	-0.316E-03	1	-0.256E-04	1	0.658E-01	1	-0.316E-03	1	-0.02	1
1	14	1	75.00	1	0.00	1	0.662E-01	1	0.229E-02	1	0.544E-05	1	0.662E-01	1	0.229E-02	1	0.00	1
1	15	1	75.00	1	25.00	1	0.670E-01	1	0.685E-03	1	0.109E-02	1	0.670E-01	1	0.667E-03	1	0.94	1
1	16	1	75.00	1	50.00	1	0.666E-01	1	0.984E-04	1	-0.151E-03	1	0.666E-01	1	0.980E-04	1	-0.13	1
1	17	1	100.00	1	0.00	1	0.640E-01	1	0.567E-02	1	0.202E-03	1	0.640E-01	1	0.567E-02	1	0.20	1
1	18	1	100.00	1	12.50	1	0.660E-01	1	0.408E-02	1	0.175E-02	1	0.660E-01	1	0.403E-02	1	1.62	1
1	19	1	100.00	1	25.00	1	0.683E-01	1	0.199E-02	1	0.309E-02	1	0.684E-01	1	0.184E-02	1	2.66	1
1	20	1	100.00	1	37.50	1	0.674E-01	1	0.854E-03	1	0.115E-02	1	0.674E-01	1	0.834E-03	1	0.99	1
1	21	1	100.00	1	50.00	1	0.661E-01	1	0.229E-03	1	-0.574E-03	1	0.661E-01	1	0.224E-03	1	-0.50	1
1	22	1	117.50	1	0.00	1	0.590E-01	1	0.821E-02	1	0.517E-03	1	0.590E-01	1	0.821E-02	1	0.58	1
1	23	1	117.50	1	25.00	1	0.644E-01	1	0.814E-02	1	0.723E-02	1	0.653E-01	1	0.723E-02	1	7.21	1
1	24	1	117.50	1	50.00	1	0.788E-01	1	-0.119E-02	1	0.335E-02	1	0.790E-01	1	-0.133E-02	1	2.40	1
1	25	1	135.00	1	0.00	1	0.530E-01	1	0.114E-01	1	0.530E-03	1	0.530E-01	1	0.114E-01	1	0.73	1
1	26	1	135.00	1	12.50	1	0.565E-01	1	0.131E-01	1	0.445E-02	1	0.570E-01	1	0.126E-01	1	5.79	1
1	27	1	135.00	1	25.00	1	0.550E-01	1	0.159E-01	1	0.828E-02	1	0.567E-01	1	0.143E-01	1	11.48	1
1	28	1	135.00	1	37.50	1	0.850E-01	1	0.127E-01	1	0.136E-01	1	0.874E-01	1	0.102E-01	1	10.27	1
1	29	1	135.00	1	50.00	1	0.120E 00	1	0.814E-02	1	0.189E-01	1	0.123E 00	1	0.502E-02	1	9.36	1
1	30	1	147.50	1	0.00	1	0.502E-01	1	0.727E-02	1	-0.125E-02	1	0.502E-01	1	0.724E-02	1	-1.67	1
1	31	1	147.50	1	12.50	1	0.586E-01	1	0.823E-02	1	0.576E-02	1	0.592E-01	1	0.758E-02	1	6.44	1
1	32	1	147.50	1	25.00	1	0.740E-01	1	0.230E-01	1	0.274E-01	1	0.859E-01	1	0.111E-01	1	23.51	1
1	33	1	160.00	1	0.00	1	0.469E-01	1	0.692E-03	1	-0.230E-02	1	0.470E-01	1	0.578E-03	1	-2.85	1
1	34	1	160.00	1	12.50	1	0.533E-01	1	0.131E-03	1	0.256E-02	1	0.534E-01	1	0.789E-05	1	2.75	1
1	35	1	160.00	1	25.00	1	0.660E-01	1	-0.411E-02	1	0.694E-02	1	0.667E-01	1	-0.479E-02	1	5.60	1
1	36	1	160.00	1	37.50	1	0.838E-01	1	0.550E-02	1	0.130E-01	1	0.430E-01	1	0.998E-03	1	19.12	1
1	37	1	160.00	1	50.00	1	-0.126E-01	1	0.173E-01	1	-0.159E-02	1	0.174E-01	1	-0.127E-01	1	-86.97	1
1	38	1	160.00	1	75.00	1	-0.495E-02	1	0.110E-01	1	0.392E-02	1	0.119E-01	1	-0.586E-02	1	76.93	1
1	39	1	160.00	1	100.00	1	0.372E-01	1	0.761E-02	1	0.517E-01	1	0.762E-01	1	-0.313E-01	1	37.00	1
1	40	1	175.00	1	0.00	1	0.441E-01	1	-0.125E-01	1	0.369E-02	1	0.443E-01	1	-0.128E-01	1	3.72	1
1	41	1	175.00	1	12.50	1	0.570E-01	1	-0.151E-01	1	0.753E-02	1	0.578E-01	1	-0.158E-01	1	5.90	1
1	42	1	175.00	1	25.00	1	0.321E-01	1	-0.351E-01	1	0.177E-01	1	0.364E-01	1	-0.395E-01	1	13.87	1
1	43	1	175.00	1	37.50	1	-0.423E-01	1	-0.126E-01	1	-0.408E-01	1	0.160E-01	1	-0.709E-01	1	-54.99	1
1	44	1	190.00	1	0.00	1	0.480E-01	1	-0.166E-01	1	-0.434E-02	1	0.483E-01	1	-0.169E-01	1	-3.83	1
1	45	1	190.00	1	12.50	1	0.449E-01	1	-0.212E-01	1	0.373E-02	1	0.451E-01	1	-0.214E-01	1	3.22	1
1	46	1	190.00	1	25.00	1	0.447E-01	1	-0.223E-01	1	0.143E-01	1	0.477E-01	1	-0.252E-01	1	11.54	1
1	47	1	190.00	1	37.50	1	0.399E-01	1	-0.409E-01	1	0.253E-01	1	0.472E-01	1	-0.481E-01	1	16.03	1
1	48	1	190.00	1	50.00	1	0.139E 00	1	-0.661E-01	1	0.251E-01	1	0.142E 00	1	-0.691E-01	1	6.87	1
1	49	1	190.00	1	75.00	1	-0.669E-01	1	-0.881E-01	1	0.362E-01	1	-0.416E-01	1	-0.113E 00	1	36.38	1
1	50	1	190.00	1	100.00	1	-0.380E 00	1	-0.107E 00	1	0.521E-01	1	-0.974E-01	1	-0.390E 00	1	79.56	1



I	KN-NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	217.50	I	0.00	I	0.367E-01	I	-0.736E-02	I	0.209E-03	I	0.367E-01	I	-0.736E-02	I	0.27	I
I	52	I	217.50	I	37.50	I	0.245E-01	I	-0.130E-01	I	0.231E-01	I	0.355E-01	I	-0.240E-01	I	25.45	I
I	53	I	217.50	I	75.00	I	0.278E-01	I	-0.930E-02	I	0.531E-01	I	0.655E-01	I	-0.470E-01	I	35.37	I
I	54	I	217.50	I	95.00	I	-0.200E 00	I	-0.537E-01	I	0.856E-01	I	-0.142E-01	I	-0.239E 00	I	65.23	I
I	55	I	245.00	I	0.00	I	0.138E-01	I	-0.103E-01	I	0.532E-02	I	0.149E-01	I	-0.115E-01	I	11.88	I
I	56	I	245.00	I	18.75	I	0.107E-01	I	-0.719E-02	I	0.172E-01	I	0.211E-01	I	-0.177E-01	I	31.32	I
I	57	I	245.00	I	37.50	I	0.760E-02	I	-0.488E-02	I	0.286E-01	I	0.307E-01	I	-0.280E-01	I	38.85	I
I	58	I	245.00	I	56.25	I	-0.760E-02	I	0.114E-01	I	0.345E-01	I	0.377E-01	I	-0.339E-01	I	52.70	I
I	59	I	245.00	I	75.00	I	-0.108E 00	I	0.300E-01	I	0.476E-01	I	0.448E-01	I	-0.122E 00	I	72.67	I
I	60	I	245.00	I	85.00	I	-0.505E-02	I	0.323E-01	I	0.122E-01	I	0.359E-01	I	-0.870E-02	I	73.39	I
I	61	I	245.00	I	95.00	I	0.182E 00	I	0.332E-01	I	-0.298E-01	I	0.188E 00	I	0.275E-01	I	-10.90	I
I	62	I	272.50	I	0.00	I	-0.236E-02	I	-0.958E-02	I	-0.298E-02	I	-0.129E-02	I	-0.107E-01	I	-19.74	I
I	63	I	272.50	I	37.50	I	-0.273E-02	I	-0.225E-02	I	0.160E-01	I	0.135E-01	I	-0.184E-01	I	45.44	I
I	64	I	272.50	I	75.00	I	-0.275E-01	I	0.129E-01	I	0.162E-01	I	0.186E-01	I	-0.332E-01	I	70.64	I
I	65	I	272.50	I	95.00	I	0.711E-01	I	-0.117E-01	I	-0.219E-01	I	0.765E-01	I	-0.172E-01	I	-13.94	I
I	66	I	300.00	I	0.00	I	-0.121E-01	I	-0.497E-02	I	0.181E-02	I	-0.454E-02	I	-0.125E-01	I	76.53	I
I	67	I	300.00	I	18.75	I	-0.112E-01	I	-0.288E-02	I	0.281E-02	I	-0.202E-02	I	-0.121E-01	I	73.01	I
I	68	I	300.00	I	37.50	I	-0.111E-01	I	0.985E-03	I	0.473E-02	I	0.261E-02	I	-0.128E-01	I	71.04	I
I	69	I	300.00	I	56.25	I	-0.616E-02	I	-0.342E-03	I	0.755E-02	I	0.484E-02	I	-0.113E-01	I	55.54	I
I	70	I	300.00	I	75.00	I	0.617E-02	I	0.835E-02	I	0.732E-02	I	0.146E-01	I	-0.147E-03	I	49.19	I
I	71	I	300.00	I	85.00	I	0.288E-01	I	0.212E-01	I	0.128E-01	I	0.383E-01	I	0.116E-01	I	36.77	I
I	72	I	300.00	I	95.00	I	0.448E-01	I	0.223E-01	I	0.204E-01	I	0.569E-01	I	0.103E-01	I	30.55	I
I	73	I	327.50	I	0.00	I	-0.101E-01	I	-0.233E-01	I	0.779E-03	I	-0.101E-01	I	-0.233E-01	I	3.38	I
I	74	I	327.50	I	37.50	I	-0.121E-01	I	-0.194E-01	I	-0.211E-02	I	-0.115E-01	I	-0.200E-01	I	-14.97	I
I	75	I	327.50	I	75.00	I	-0.245E-01	I	-0.977E-02	I	0.571E-02	I	-0.782E-02	I	-0.265E-01	I	71.14	I
I	76	I	327.50	I	95.00	I	0.110E 00	I	-0.720E-02	I	0.433E-02	I	0.110E 00	I	-0.736E-02	I	2.11	I
I	77	I	355.00	I	0.00	I	-0.682E-02	I	-0.446E-01	I	-0.567E-03	I	-0.681E-02	I	-0.446E-01	I	-0.86	I
I	78	I	355.00	I	18.75	I	-0.796E-02	I	-0.419E-01	I	-0.642E-02	I	-0.679E-02	I	-0.431E-01	I	-10.34	I
I	79	I	355.00	I	37.50	I	-0.945E-02	I	-0.422E-01	I	-0.133E-01	I	-0.471E-02	I	-0.469E-01	I	-19.58	I
I	80	I	355.00	I	56.25	I	-0.179E-01	I	-0.242E-01	I	-0.163E-01	I	-0.440E-02	I	-0.376E-01	I	-39.55	I
I	81	I	355.00	I	75.00	I	-0.103E 00	I	-0.408E-02	I	-0.221E-01	I	0.624E-03	I	-0.108E 00	I	-77.97	I
I	82	I	355.00	I	85.00	I	0.428E-01	I	0.317E-01	I	0.175E-01	I	0.556E-01	I	0.189E-01	I	36.24	I
I	83	I	355.00	I	95.00	I	0.266E 00	I	0.683E-01	I	0.610E-01	I	0.283E 00	I	0.510E-01	I	15.85	I
I	84	I	382.50	I	0.00	I	-0.707E-03	I	-0.723E-01	I	0.494E-03	I	-0.704E-03	I	-0.724E-01	I	0.39	I
I	85	I	382.50	I	37.50	I	0.365E-02	I	-0.738E-01	I	-0.920E-02	I	0.473E-02	I	-0.749E-01	I	-6.68	I
I	86	I	382.50	I	75.00	I	0.223E-01	I	-0.721E-01	I	-0.364E-01	I	0.347E-01	I	-0.845E-01	I	-18.81	I
I	87	I	382.50	I	95.00	I	-0.515E-01	I	-0.653E-01	I	-0.885E-01	I	0.303E-01	I	-0.147E 00	I	-42.77	I
I	88	I	410.00	I	0.00	I	0.299E-02	I	-0.935E-01	I	0.130E-02	I	0.300E-02	I	-0.935E-01	I	0.77	I
I	89	I	410.00	I	18.75	I	0.579E-02	I	-0.995E-01	I	0.239E-02	I	0.585E-02	I	-0.995E-01	I	1.30	I
I	90	I	410.00	I	37.50	I	0.117E-01	I	-0.105E 00	I	0.329E-02	I	0.118E-01	I	-0.105E 00	I	1.61	I
I	91	I	410.00	I	56.25	I	0.258E-01	I	-0.138E 00	I	-0.551E-02	I	0.260E-01	I	-0.138E 00	I	-1.92	I
I	92	I	410.00	I	75.00	I	0.223E 00	I	-0.165E 00	I	-0.194E-01	I	0.224E 00	I	-0.166E 00	I	-2.86	I
I	93	I	410.00	I	85.00	I	-0.523E-01	I	-0.245E 00	I	0.708E-02	I	-0.521E-01	I	-0.245E 00	I	2.10	I
I	94	I	410.00	I	95.00	I	-0.514E 00	I	-0.331E 00	I	0.389E-01	I	-0.323E 00	I	-0.522E 00	I	78.47	I
I	95	I	430.00	I	0.00	I	-0.202E-02	I	-0.108E 00	I	-0.851E-03	I	-0.201E-02	I	-0.108E 00	I	-0.46	I
I	96	I	430.00	I	37.50	I	0.118E-01	I	-0.109E 00	I	0.663E-02	I	0.122E-01	I	-0.110E 00	I	3.13	I
I	97	I	430.00	I	75.00	I	0.615E-01	I	-0.101E 00	I	0.168E-01	I	0.632E-01	I	-0.103E 00	I	5.81	I
I	98	I	430.00	I	95.00	I	-0.165E 00	I	-0.875E-01	I	0.132E 00	I	0.117E-01	I	-0.264E 00	I	53.13	I
I	99	I	450.00	I	0.00	I	-0.553E-02	I	-0.126E 00	I	-0.258E-02	I	-0.547E-02	I	-0.126E 00	I	-1.23	I
I	100	I	450.00	I	18.75	I	0.457E-03	I	-0.120E 00	I	-0.192E-02	I	0.488E-03	I	-0.120E 00	I	-0.92	I

SCHERENKRAFTTE

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	101	I	450.00	I	37.50	I	0.117E-01	I	-0.112E 00	I	C.707E-03	I	0.117E-01	I	-0.112E 00	I	0.33	I
I	102	I	450.00	I	56.25	I	-0.348E-02	I	-0.744E-01	I	C.259E-01	I	0.495E-02	I	-0.828E-01	I	18.06	I
I	103	I	450.00	I	75.00	I	-0.113E 00	I	-0.477E-01	I	C.840E-01	I	0.980E-02	I	-0.170E 00	I	55.58	I
I	104	I	450.00	I	85.00	I	0.501E-02	I	0.440E-01	I	-C.380E-01	I	0.672E-01	I	-0.182E-01	I	-58.58	I
I	105	I	450.00	I	95.00	I	0.212E 00	I	0.145E 00	I	-C.195E 00	I	0.376E 00	I	-0.193E-01	I	-40.17	I

A diagram of a vertical rectangular structure, possibly a chimney or a wall section. It has a rectangular upper portion and a semi-circular base. The dimensions are labeled on both sides: the top width is 1345, the height of the rectangular portion is 523, and the radius of the semi-circular base is 500. Dashed lines indicate the extension of the top and bottom edges.

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	175.00	I	95.00	I	-0.354E-01	I	-0.188E-01	I	-0.390E-01	I	0.128E-01	I	-0.670E-01	I	-51.02	I
I	52	I	190.00	I	0.00	I	0.393E-01	I	-0.285E-01	I	-0.197E-03	I	0.393E-01	I	-0.285E-01	I	-0.17	I
I	53	I	190.00	I	18.75	I	0.376E-01	I	-0.327E-01	I	0.462E-02	I	0.379E-01	I	-0.330E-01	I	3.75	I
I	54	I	190.00	I	37.50	I	0.390E-01	I	-0.361E-01	I	0.102E-01	I	0.404E-01	I	-0.375E-01	I	7.63	I
I	55	I	190.00	I	56.25	I	0.352E-01	I	-0.525E-01	I	0.194E-01	I	0.393E-01	I	-0.566E-01	I	11.93	I
I	56	I	190.00	I	75.00	I	0.122E-00	I	-0.700E-01	I	0.200E-01	I	0.124E-00	I	-0.721E-01	I	5.89	I
I	57	I	190.00	I	85.00	I	-0.469E-01	I	-0.924E-01	I	0.400E-01	I	-0.237E-01	I	-0.116E-00	I	30.21	I
I	58	I	190.00	I	95.00	I	-0.310E-00	I	-0.114E-00	I	0.677E-01	I	-0.932E-01	I	-0.331E-00	I	72.61	I
I	59	I	217.50	I	0.00	I	0.271E-01	I	-0.308E-01	I	-0.192E-03	I	0.271E-01	I	-0.308E-01	I	-0.19	I
I	60	I	217.50	I	37.50	I	0.256E-01	I	-0.344E-01	I	0.180E-01	I	0.306E-01	I	-0.394E-01	I	15.49	I
I	61	I	217.50	I	75.00	I	0.347E-01	I	-0.340E-01	I	0.383E-01	I	0.518E-01	I	-0.511E-01	I	24.06	I
I	62	I	217.50	I	95.00	I	-0.201E-00	I	-0.459E-01	I	0.732E-01	I	-0.168E-01	I	-0.230E-00	I	68.31	I
I	63	I	245.00	I	0.00	I	0.133E-01	I	-0.280E-01	I	0.101E-03	I	0.133E-01	I	-0.280E-01	I	0.14	I
I	64	I	245.00	I	18.75	I	0.113E-01	I	-0.273E-01	I	0.115E-01	I	0.145E-01	I	-0.304E-01	I	15.44	I
I	65	I	245.00	I	37.50	I	0.936E-02	I	-0.279E-01	I	0.237E-01	I	0.209E-01	I	-0.393E-01	I	25.90	I
I	66	I	245.00	I	56.25	I	-0.320E-02	I	-0.196E-01	I	0.307E-01	I	0.204E-01	I	-0.432E-01	I	37.53	I
I	67	I	245.00	I	75.00	I	-0.607E-01	I	-0.134E-01	I	0.438E-01	I	0.127E-01	I	-0.869E-01	I	59.19	I
I	68	I	245.00	I	85.00	I	-0.135E-01	I	0.131E-01	I	0.950E-02	I	0.161E-01	I	-0.165E-01	I	72.19	I
I	69	I	245.00	I	95.00	I	0.788E-01	I	0.430E-01	I	-0.315E-01	I	0.971E-01	I	0.246E-01	I	-30.21	I
I	70	I	272.50	I	0.00	I	0.372E-03	I	-0.201E-01	I	-0.366E-04	I	0.372E-03	I	-0.201E-01	I	-0.10	I
I	71	I	272.50	I	37.50	I	-0.350E-02	I	-0.158E-01	I	0.156E-01	I	0.709E-02	I	-0.264E-01	I	34.23	I
I	72	I	272.50	I	75.00	I	-0.213E-01	I	-0.850E-02	I	0.259E-01	I	0.118E-01	I	-0.416E-01	I	51.94	I
I	73	I	272.50	I	95.00	I	0.571E-01	I	-0.395E-02	I	-0.880E-02	I	0.584E-01	I	-0.520E-02	I	-8.04	I
I	74	I	300.00	I	0.00	I	-0.122E-01	I	-0.145E-01	I	0.152E-03	I	-0.122E-01	I	-0.145E-01	I	3.88	I
I	75	I	300.00	I	18.75	I	-0.122E-01	I	-0.112E-01	I	0.448E-02	I	-0.722E-02	I	-0.162E-01	I	48.04	I
I	76	I	300.00	I	37.50	I	-0.126E-01	I	-0.604E-02	I	0.923E-02	I	0.468E-03	I	-0.191E-01	I	54.81	I
I	77	I	300.00	I	56.25	I	-0.954E-02	I	-0.374E-02	I	0.112E-01	I	0.489E-02	I	-0.182E-01	I	52.29	I
I	78	I	300.00	I	75.00	I	-0.157E-01	I	0.105E-01	I	0.835E-02	I	0.130E-01	I	-0.181E-01	I	73.75	I
I	79	I	300.00	I	85.00	I	0.360E-01	I	0.216E-01	I	0.882E-02	I	0.402E-01	I	0.174E-01	I	25.46	I
I	80	I	300.00	I	95.00	I	0.973E-01	I	0.188E-01	I	0.136E-01	I	0.996E-01	I	0.165E-01	I	9.55	I
I	81	I	327.50	I	0.00	I	-0.117E-01	I	-0.275E-01	I	0.232E-03	I	-0.117E-01	I	-0.275E-01	I	0.84	I
I	82	I	327.50	I	37.50	I	-0.144E-01	I	-0.227E-01	I	-0.121E-02	I	-0.142E-01	I	-0.229E-01	I	-8.06	I
I	83	I	327.50	I	75.00	I	-0.285E-01	I	-0.776E-02	I	0.528E-02	I	-0.649E-02	I	-0.297E-01	I	76.48	I
I	84	I	327.50	I	95.00	I	0.129E-00	I	-0.116E-01	I	0.281E-02	I	0.129E-00	I	-0.116E-01	I	1.14	I
I	85	I	355.00	I	0.00	I	-0.886E-02	I	-0.453E-01	I	-0.122E-03	I	-0.886E-02	I	-0.453E-01	I	-0.19	I
I	86	I	355.00	I	18.75	I	-0.992E-02	I	-0.426E-01	I	-0.668E-02	I	-0.861E-02	I	-0.439E-01	I	-11.13	I
I	87	I	355.00	I	37.50	I	-0.114E-01	I	-0.422E-01	I	-0.141E-01	I	-0.592E-02	I	-0.477E-01	I	-21.31	I
I	88	I	355.00	I	56.25	I	-0.190E-01	I	-0.239E-01	I	-0.176E-01	I	-0.368E-02	I	-0.393E-01	I	-41.07	I
I	89	I	355.00	I	75.00	I	-0.104E-00	I	-0.562E-02	I	-0.246E-01	I	0.217E-03	I	-0.110E-00	I	-76.67	I
I	90	I	355.00	I	85.00	I	0.479E-01	I	0.320E-01	I	0.159E-01	I	0.577E-01	I	0.222E-01	I	31.71	I
I	91	I	355.00	I	95.00	I	0.277E-00	I	0.720E-01	I	0.608E-01	I	0.294E-00	I	0.554E-01	I	15.32	I
I	92	I	382.50	I	0.00	I	-0.201E-02	I	-0.722E-01	I	0.635E-03	I	-0.200E-02	I	-0.722E-01	I	0.52	I
I	93	I	382.50	I	37.50	I	0.251E-02	I	-0.734E-01	I	-0.101E-01	I	0.384E-02	I	-0.748E-01	I	-7.47	I
I	94	I	382.50	I	75.00	I	0.225E-01	I	-0.725E-01	I	-0.381E-01	I	0.359E-01	I	-0.859E-01	I	-19.37	I
I	95	I	382.50	I	95.00	I	-0.460E-01	I	-0.643E-01	I	-0.886E-01	I	0.339E-01	I	-0.144E-00	I	-42.05	I
I	96	I	410.00	I	0.00	I	0.234E-02	I	-0.925E-01	I	0.116E-02	I	0.235E-02	I	-0.925E-01	I	0.70	I
I	97	I	410.00	I	18.75	I	0.525E-02	I	-0.984E-01	I	0.186E-02	I	0.528E-02	I	-0.985E-01	I	1.03	I
I	98	I	410.00	I	37.50	I	0.113E-01	I	-0.104E-00	I	0.229E-02	I	0.113E-01	I	-0.104E-00	I	1.13	I
I	99	I	410.00	I	56.25	I	0.257E-01	I	-0.137E-00	I	-0.667E-02	I	0.260E-01	I	-0.138E-00	I	-2.34	I
I	100	I	410.00	I	75.00	I	0.224E-00	I	-0.164E-00	I	-0.208E-01	I	0.225E-00	I	-0.165E-00	I	-3.03	I

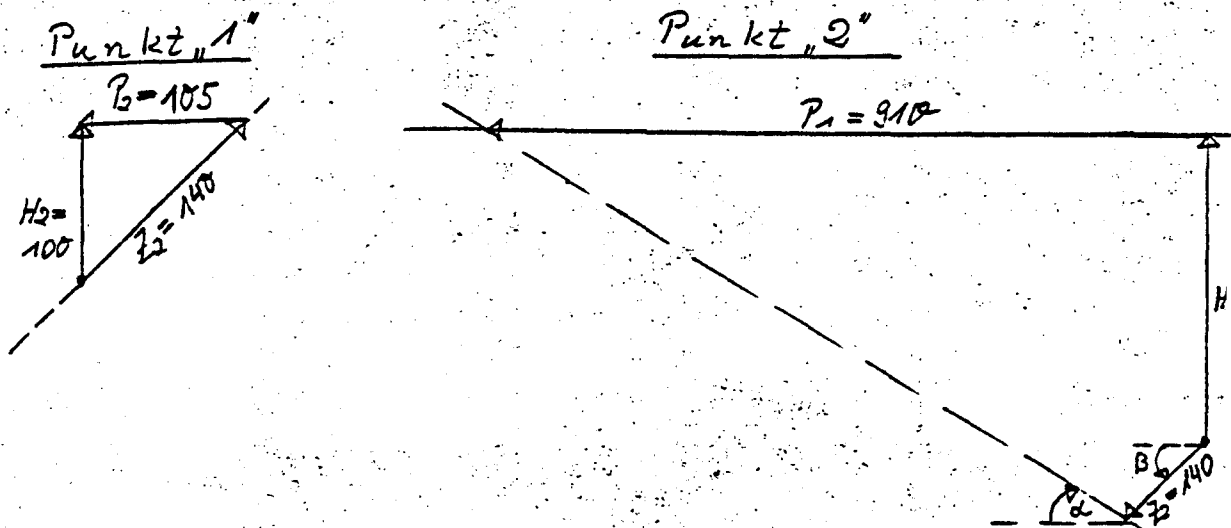
SCHNITT C.41 0.7520.000 M
SCHERENKRAEFTE

5.11.16

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	101	I	410.00	I	85.00	I	-0.512E-01	I	-0.245E 00	I	C.631E-02	I	-0.510E-01	I	-0.245E 00	I	1.86	I
I	102	I	410.00	I	95.00	I	-0.513E 00	I	-0.332E 00	I	C.385E-01	I	-0.324E 00	I	-0.521E 00	I	78.50	I
I	103	I	430.00	I	0.00	I	-0.224E-02	I	-0.106E 00	I	-C.887E-03	I	-0.223E-02	I	-0.106E 00	I	-0.49	I
I	104	I	430.00	I	37.50	I	0.116E-01	I	-0.108E 00	I	C.607E-02	I	0.119E-01	I	-0.108E 00	I	2.90	I
I	105	I	430.00	I	75.00	I	0.621E-01	I	-0.101E 00	I	C.161E-01	I	0.636E-01	I	-0.103E 00	I	5.59	I
I	106	I	430.00	I	95.00	I	-0.165E 00	I	-0.877E-01	I	C.132E 00	I	0.116E-01	I	-0.264E 00	I	53.12	I
I	107	I	450.00	I	0.00	I	-0.544E-02	I	-0.123E 00	I	-C.253E-02	I	-0.539E-02	I	-0.123E 00	I	-1.23	I
I	108	I	450.00	I	18.75	I	0.549E-03	I	-0.117E 00	I	-C.195E-02	I	0.581E-03	I	-0.117E 00	I	-0.95	I
I	109	I	450.00	I	37.50	I	0.117E-01	I	-0.110E 00	I	C.595E-03	I	0.117E-01	I	-0.110E 00	I	0.28	I
I	110	I	450.00	I	56.25	I	-0.349E-02	I	-0.733E-01	I	C.256E-01	I	0.492E-02	I	-0.817E-01	I	18.15	I
I	111	I	450.00	I	75.00	I	-0.113E 00	I	-0.479E-01	I	C.838E-01	I	0.963E-02	I	-0.170E 00	I	55.54	I
I	112	I	450.00	I	85.00	I	0.487E-02	I	0.439E-01	I	-C.378E-01	I	0.669E-01	I	-0.182E-01	I	-58.64	I
I	113	I	450.00	I	95.00	I	0.211E 00	I	0.145E 00	I	-C.195E 00	I	0.376E 00	I	-0.191E-01	I	-40.23	I

Lastfall 2:

Beim zweiten Lastfall wird angenommen, daß die oberen Greifbacken (Rollen) 80 % und die unteren Greifbacken 20 % der Zügfkraft in die Stahlplatte einleiten. Durch Gleichgewichtsbetrachtungen lassen sich zeichnerisch schnell die Querkkräfte P_1 und P_2 ermitteln.



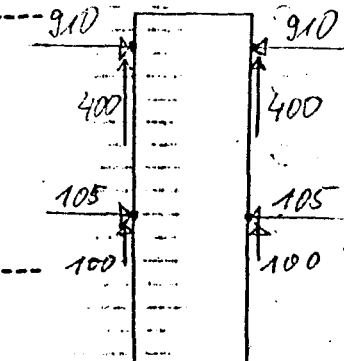
Diese Kräfte Kombination an der Rolle ergibt einen Haftbeiwert $\mu = \frac{H_1}{P_1} = \frac{0,25}{1,06} = 0,23$, was für Stahl auf Stahl durchaus realistisch ist.

Lastfall 2:

$$\begin{aligned} P_1 &= 910 \text{ kp} \\ H_1 &= 400 \text{ kp} \\ P_2 &= 105 \text{ kp} \\ H_2 &= 100 \text{ kp} \end{aligned}$$

PRÜFKÖRPER 1 LASTFALL 2, ELEMENTEINTEILUNG SIEHE 32

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
1	1	1	0.00	1	0.00	1	0.450E-01	1	0.103E-03	1	-0.784E-04	1	0.450E-01	1	0.103E-03	1	-0.10	1
1	2	1	0.00	1	18.75	1	0.448E-01	1	-0.560E-04	1	-0.143E-03	1	0.448E-01	1	-0.565E-04	1	-0.18	1
1	3	1	0.00	1	37.50	1	0.445E-01	1	0.251E-03	1	-0.203E-03	1	0.445E-01	1	0.250E-03	1	-0.26	1
1	4	1	0.00	1	56.25	1	0.441E-01	1	0.184E-03	1	-0.711E-04	1	0.441E-01	1	0.184E-03	1	-0.09	1
1	5	1	0.00	1	75.00	1	0.438E-01	1	-0.348E-03	1	0.563E-04	1	0.438E-01	1	-0.348E-03	1	0.07	1
1	6	1	30.00	1	0.00	1	0.445E-01	1	0.603E-03	1	-0.508E-04	1	0.445E-01	1	0.603E-03	1	-0.07	1
1	7	1	30.00	1	37.50	1	0.446E-01	1	0.269E-03	1	-0.531E-04	1	0.446E-01	1	0.269E-03	1	-0.07	1
1	8	1	30.00	1	75.00	1	0.441E-01	1	0.374E-03	1	0.780E-03	1	0.441E-01	1	0.361E-03	1	1.02	1
1	9	1	60.00	1	0.00	1	0.442E-01	1	0.119E-02	1	0.308E-04	1	0.442E-01	1	0.119E-02	1	0.04	1
1	10	1	60.00	1	18.75	1	0.444E-01	1	0.113E-02	1	0.665E-03	1	0.444E-01	1	0.112E-02	1	0.88	1
1	11	1	60.00	1	37.50	1	0.452E-01	1	-0.340E-04	1	0.338E-03	1	0.452E-01	1	-0.365E-04	1	0.43	1
1	12	1	60.00	1	56.25	1	0.445E-01	1	-0.612E-03	1	0.683E-04	1	0.445E-01	1	-0.612E-03	1	0.09	1
1	13	1	60.00	1	75.00	1	0.432E-01	1	-0.808E-04	1	0.760E-03	1	0.432E-01	1	-0.941E-04	1	1.01	1
1	14	1	85.00	1	0.00	1	0.425E-01	1	0.446E-02	1	0.701E-04	1	0.425E-01	1	0.446E-02	1	0.11	1
1	15	1	85.00	1	37.50	1	0.448E-01	1	0.272E-02	1	0.397E-02	1	0.451E-01	1	0.235E-02	1	5.35	1
1	16	1	85.00	1	75.00	1	0.457E-01	1	-0.211E-02	1	-0.195E-02	1	0.458E-01	1	-0.219E-02	1	-2.33	1
1	17	1	110.00	1	0.00	1	0.376E-01	1	0.859E-02	1	0.505E-03	1	0.376E-01	1	0.858E-02	1	1.00	1
1	18	1	110.00	1	18.75	1	0.421E-01	1	0.736E-02	1	0.305E-02	1	0.423E-01	1	0.710E-02	1	4.99	1
1	19	1	110.00	1	37.50	1	0.458E-01	1	0.720E-02	1	0.865E-02	1	0.476E-01	1	0.535E-02	1	12.09	1
1	20	1	110.00	1	56.25	1	0.468E-01	1	0.277E-02	1	0.326E-02	1	0.471E-01	1	0.253E-02	1	4.21	1
1	21	1	110.00	1	75.00	1	0.486E-01	1	-0.273E-02	1	-0.518E-02	1	0.492E-01	1	-0.325E-02	1	-5.70	1
1	22	1	135.00	1	0.00	1	0.344E-01	1	0.790E-02	1	0.277E-03	1	0.344E-01	1	0.790E-02	1	0.60	1
1	23	1	135.00	1	37.50	1	0.358E-01	1	0.846E-02	1	0.459E-02	1	0.366E-01	1	0.771E-02	1	9.28	1
1	24	1	135.00	1	75.00	1	0.717E-01	1	0.836E-02	1	0.147E-01	1	0.749E-01	1	0.512E-02	1	12.44	1
1	25	1	160.00	1	0.00	1	0.325E-01	1	0.457E-02	1	-0.616E-03	1	0.325E-01	1	0.456E-02	1	-1.26	1
1	26	1	160.00	1	18.75	1	0.323E-01	1	0.620E-02	1	0.173E-02	1	0.324E-01	1	0.608E-02	1	3.77	1
1	27	1	160.00	1	37.50	1	0.320E-01	1	0.849E-02	1	0.494E-03	1	0.320E-01	1	0.848E-02	1	1.20	1
1	28	1	160.00	1	56.25	1	0.465E-01	1	0.994E-02	1	0.109E-01	1	0.495E-01	1	0.693E-02	1	15.42	1
1	29	1	160.00	1	75.00	1	0.826E-01	1	0.144E-01	1	0.313E-01	1	0.948E-01	1	0.220E-02	1	21.30	1
1	30	1	160.00	1	85.00	1	0.333E-01	1	0.745E-02	1	0.150E-01	1	0.402E-01	1	0.575E-03	1	24.63	1
1	31	1	160.00	1	95.00	1	-0.588E-01	1	-0.689E-02	1	-0.142E-01	1	-0.327E-02	1	-0.624E-01	1	-75.69	1
1	32	1	175.00	1	0.00	1	0.303E-01	1	0.286E-04	1	-0.461E-03	1	0.304E-01	1	0.216E-04	1	-0.87	1
1	33	1	175.00	1	37.50	1	0.360E-01	1	-0.147E-03	1	0.313E-02	1	0.363E-01	1	-0.415E-03	1	4.90	1
1	34	1	175.00	1	75.00	1	0.705E-01	1	-0.405E-02	1	0.273E-01	1	0.795E-01	1	-0.130E-01	1	18.11	1
1	35	1	175.00	1	95.00	1	-0.324E-01	1	-0.575E-02	1	-0.178E-01	1	0.314E-02	1	-0.413E-01	1	-63.43	1
1	36	1	190.00	1	0.00	1	0.298E-01	1	-0.374E-02	1	-0.228E-03	1	0.298E-01	1	-0.374E-02	1	-0.39	1
1	37	1	190.00	1	18.75	1	0.302E-01	1	-0.606E-02	1	0.262E-02	1	0.304E-01	1	-0.625E-02	1	4.11	1
1	38	1	190.00	1	37.50	1	0.323E-01	1	-0.921E-02	1	0.616E-02	1	0.332E-01	1	-0.101E-01	1	8.28	1
1	39	1	190.00	1	56.25	1	0.272E-01	1	-0.138E-01	1	0.141E-01	1	0.310E-01	1	-0.177E-01	1	16.31	1
1	40	1	190.00	1	75.00	1	0.738E-01	1	-0.165E-01	1	0.163E-01	1	0.766E-01	1	-0.193E-01	1	9.94	1
1	41	1	190.00	1	85.00	1	0.375E-01	1	-0.160E-01	1	0.183E-01	1	0.432E-01	1	-0.217E-01	1	17.21	1
1	42	1	190.00	1	95.00	1	-0.522E-01	1	-0.168E-01	1	0.234E-01	1	-0.511E-02	1	-0.639E-01	1	63.53	1
1	43	1	217.50	1	0.00	1	0.238E-01	1	-0.671E-02	1	-0.851E-04	1	0.238E-01	1	-0.671E-02	1	-0.16	1
1	44	1	217.50	1	37.50	1	0.238E-01	1	-0.905E-02	1	0.976E-02	1	0.265E-01	1	-0.117E-01	1	15.34	1
1	45	1	217.50	1	75.00	1	0.524E-01	1	-0.978E-02	1	0.190E-01	1	0.577E-01	1	-0.151E-01	1	15.70	1
1	46	1	217.50	1	95.00	1	0.424E-02	1	-0.969E-02	1	0.190E-01	1	0.175E-01	1	-0.230E-01	1	34.94	1
1	47	1	245.00	1	0.00	1	0.167E-01	1	-0.740E-02	1	0.105E-03	1	0.167E-01	1	-0.740E-02	1	0.25	1
1	48	1	245.00	1	18.75	1	0.159E-01	1	-0.711E-02	1	0.609E-02	1	0.174E-01	1	-0.862E-02	1	13.95	1
1	49	1	245.00	1	37.50	1	0.152E-01	1	-0.751E-02	1	0.124E-01	1	0.216E-01	1	-0.129E-01	1	23.73	1
1	50	1	245.00	1	56.25	1	0.114E-01	1	-0.544E-02	1	0.150E-01	1	0.202E-01	1	-0.142E-01	1	30.38	1



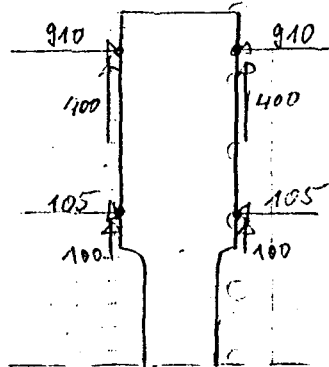
SCHEIBE 0,45*0,075 M
SCHERENKRAEFTE

Scale 2

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	245.00	I	75.00	I	0.303E-01	I	-0.163E-02	I	C.187E-01	I	0.389E-01	I	-0.102E-01	I	24.75	I
I	52	I	245.00	I	85.00	I	0.725E-01	I	0.475E-02	I	C.737E-02	I	0.733E-01	I	0.396E-02	I	6.13	I
I	53	I	245.00	I	95.00	I	0.920E-01	I	0.101E-01	I	-C.518E-02	I	0.924E-01	I	0.975E-02	I	-3.61	I
I	54	I	272.50	I	0.00	I	0.861E-02	I	-0.521E-02	I	C.387E-04	I	0.862E-02	I	-0.522E-02	I	0.16	I
I	55	I	272.50	I	37.50	I	0.828E-02	I	-0.354E-02	I	C.981E-02	I	0.138E-01	I	-0.908E-02	I	29.46	I
I	56	I	272.50	I	75.00	I	0.406E-01	I	-0.282E-02	I	C.159E-01	I	0.458E-01	I	-0.803E-02	I	18.13	I
I	57	I	272.50	I	95.00	I	0.106E 00	I	-0.233E-02	I	-C.266E-02	I	0.106E 00	I	-0.240E-02	I	-1.41	I
I	58	I	300.00	I	0.00	I	0.667E-03	I	-0.336E-02	I	C.136E-03	I	0.672E-03	I	-0.336E-02	I	1.94	I
I	59	I	300.00	I	18.75	I	0.141E-02	I	-0.243E-02	I	C.407E-02	I	0.399E-02	I	-0.501E-02	I	32.35	I
I	60	I	300.00	I	37.50	I	0.203E-02	I	-0.626E-04	I	C.840E-02	I	0.945E-02	I	-0.748E-02	I	41.46	I
I	61	I	300.00	I	56.25	I	0.568E-02	I	0.864E-04	I	C.102E-01	I	0.135E-01	I	-0.770E-02	I	37.34	I
I	62	I	300.00	I	75.00	I	0.430E-01	I	0.436E-02	I	C.736E-02	I	0.444E-01	I	0.300E-02	I	10.42	I
I	63	I	300.00	I	85.00	I	0.106E 00	I	0.109E-01	I	C.819E-02	I	0.107E 00	I	0.102E-01	I	4.89	I
I	64	I	300.00	I	95.00	I	0.135E 00	I	0.119E-01	I	C.133E-01	I	0.137E 00	I	0.104E-01	I	6.07	I
I	65	I	327.50	I	0.00	I	-0.213E-02	I	-0.128E-01	I	C.105E-03	I	-0.212E-02	I	-0.128E-01	I	0.56	I
I	66	I	327.50	I	37.50	I	-0.160E-02	I	-0.107E-01	I	C.291E-02	I	-0.749E-03	I	-0.115E-01	I	16.34	I
I	67	I	327.50	I	75.00	I	0.330E-01	I	-0.223E-02	I	0.129E-01	I	0.373E-01	I	-0.646E-02	I	18.12	I
I	68	I	327.50	I	95.00	I	0.173E 00	I	-0.952E-02	I	-C.338E-02	I	0.173E 00	I	-0.958E-02	I	-1.06	I
I	69	I	355.00	I	0.00	I	-0.295E-02	I	-0.250E-01	I	-C.158E-03	I	-0.295E-02	I	-0.250E-01	I	-0.41	I
I	70	I	355.00	I	18.75	I	-0.310E-02	I	-0.228E-01	I	-C.209E-02	I	-0.288E-02	I	-0.230E-01	I	-6.01	I
I	71	I	355.00	I	37.50	I	-0.372E-02	I	-0.222E-01	I	-0.452E-02	I	-0.267E-02	I	-0.232E-01	I	-13.06	I
I	72	I	355.00	I	56.25	I	-0.344E-02	I	-0.990E-02	I	-C.386E-02	I	-0.163E-02	I	-0.117E-01	I	-25.04	I
I	73	I	355.00	I	75.00	I	-0.123E-01	I	0.569E-02	I	-C.596E-03	I	0.571E-02	I	-0.123E-01	I	-88.10	I
I	74	I	355.00	I	85.00	I	0.128E 00	I	0.228E-01	I	C.162E-01	I	0.131E 00	I	0.203E-01	I	8.54	I
I	75	I	355.00	I	95.00	I	0.279E 00	I	0.381E-01	I	C.310E-01	I	0.283E 00	I	0.342E-01	I	7.22	I
I	76	I	382.50	I	0.00	I	-0.576E-03	I	-0.482E-01	I	C.376E-03	I	-0.573E-03	I	-0.482E-01	I	0.45	I
I	77	I	382.50	I	37.50	I	0.348E-02	I	-0.470E-01	I	-0.430E-02	I	0.384E-02	I	-0.474E-01	I	-4.83	I
I	78	I	382.50	I	75.00	I	0.376E-01	I	-0.463E-01	I	-C.218E-01	I	0.429E-01	I	-0.516E-01	I	-13.75	I
I	79	I	382.50	I	95.00	I	0.146E 00	I	-0.271E-01	I	-C.311E-01	I	0.153E 00	I	-0.325E-01	I	-9.81	I
I	80	I	410.00	I	0.00	I	0.838E-03	I	-0.678E-01	I	0.835E-03	I	0.848E-03	I	-0.679E-01	I	0.70	I
I	81	I	410.00	I	18.75	I	0.316E-02	I	-0.711E-01	I	C.170E-02	I	0.320E-02	I	-0.711E-01	I	1.31	I
I	82	I	410.00	I	37.50	I	0.744E-02	I	-0.747E-01	I	C.208E-02	I	0.749E-02	I	-0.747E-01	I	1.45	I
I	83	I	410.00	I	56.25	I	0.193E-01	I	-0.950E-01	I	-C.456E-02	I	0.194E-01	I	-0.952E-01	I	-2.28	I
I	84	I	410.00	I	75.00	I	0.171E 00	I	-0.109E 00	I	-C.240E-01	I	0.173E 00	I	-0.111E 00	I	-4.87	I
I	85	I	410.00	I	85.00	I	0.217E-01	I	-0.170E 00	I	C.298E-01	I	0.262E-01	I	-0.175E 00	I	8.63	I
I	86	I	410.00	I	95.00	I	-C.268E 00	I	-0.238E 00	I	C.968E-01	I	-0.155E 00	I	-0.351E 00	I	49.46	I
I	87	I	430.00	I	0.00	I	-0.209E-02	I	-0.854E-01	I	-C.676E-03	I	-0.209E-02	I	-0.854E-01	I	-0.46	I
I	88	I	430.00	I	37.50	I	0.834E-02	I	-0.868E-01	I	C.381E-02	I	0.849E-02	I	-0.870E-01	I	2.29	I
I	89	I	430.00	I	75.00	I	0.658E-01	I	-0.763E-01	I	C.138E-01	I	0.671E-01	I	-0.777E-01	I	5.54	I
I	90	I	430.00	I	95.00	I	-0.161E 00	I	-0.781E-01	I	C.112E 00	I	-0.379E-03	I	-0.239E 00	I	55.20	I
I	91	I	450.00	I	0.00	I	-0.485E-02	I	-0.105E 00	I	-C.195E-02	I	-0.481E-02	I	-0.105E 00	I	-1.12	I
I	92	I	450.00	I	18.75	I	0.707E-03	I	-0.101E 00	I	-C.190E-02	I	0.743E-03	I	-0.101E 00	I	-1.07	I
I	93	I	450.00	I	37.50	I	0.103E-01	I	-0.959E-01	I	-C.475E-03	I	0.103E-01	I	-0.959E-01	I	-0.26	I
I	94	I	450.00	I	56.25	I	-0.435E-02	I	-0.713E-01	I	C.188E-01	I	0.585E-03	I	-0.762E-01	I	14.69	I
I	95	I	450.00	I	75.00	I	-0.868E-01	I	-0.618E-01	I	0.697E-01	I	-0.349E-02	I	-0.145E 00	I	50.08	I
I	96	I	450.00	I	85.00	I	0.603E-02	I	0.281E-01	I	-C.250E-01	I	0.444E-01	I	-0.102E-01	I	-56.91	I
I	97	I	450.00	I	95.00	I	0.163E 00	I	0.131E 00	I	-C.153E 00	I	0.300E 00	I	-0.633E-02	I	-42.08	I

PRÜFKÖRPER 2 LASTFALL 2 ELEMENTEINTEILUNG SIEHE 3.2

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	1	I	0.00	I	0.00	I	0.667E-01	I	0.511E-05	I	0.883E-05	I	0.667E-01	I	0.510E-05	I	0.01	I
I	2	I	0.00	I	12.50	I	0.667E-01	I	-0.134E-03	I	-0.132E-04	I	0.667E-01	I	-0.134E-03	I	-0.01	I
I	3	I	0.00	I	25.00	I	0.667E-01	I	-0.168E-03	I	-0.287E-04	I	0.667E-01	I	-0.168E-03	I	-0.02	I
I	4	I	0.00	I	37.50	I	0.666E-01	I	-0.647E-05	I	-0.769E-05	I	0.666E-01	I	-0.647E-05	I	-0.01	I
I	5	I	0.00	I	50.00	I	0.666E-01	I	0.495E-04	I	0.692E-05	I	0.666E-01	I	0.495E-04	I	0.01	I
I	6	I	25.00	I	0.00	I	0.669E-01	I	-0.139E-03	I	0.317E-04	I	0.669E-01	I	-0.189E-03	I	0.03	I
I	7	I	25.00	I	25.00	I	0.667E-01	I	0.552E-05	I	-0.173E-03	I	0.667E-01	I	0.507E-05	I	-0.15	I
I	8	I	25.00	I	50.00	I	0.664E-01	I	0.131E-04	I	0.430E-04	I	0.664E-01	I	0.130E-04	I	-0.08	I
I	9	I	50.00	I	0.00	I	0.674E-01	I	-0.720E-03	I	-0.302E-04	I	0.674E-01	I	-0.720E-03	I	-0.03	I
I	10	I	50.00	I	12.50	I	0.671E-01	I	-0.423E-03	I	-0.257E-03	I	0.671E-01	I	-0.424E-03	I	-0.22	I
I	11	I	50.00	I	25.00	I	0.667E-01	I	-0.127E-03	I	-0.536E-03	I	0.668E-01	I	-0.131E-03	I	-0.46	I
I	12	I	50.00	I	37.50	I	0.663E-01	I	-0.228E-03	I	-0.343E-03	I	0.663E-01	I	-0.229E-03	I	-0.30	I
I	13	I	50.00	I	50.00	I	0.657E-01	I	-0.320E-03	I	-0.985E-04	I	0.657E-01	I	-0.320E-03	I	-0.09	I
I	14	I	75.00	I	0.00	I	0.668E-01	I	0.189E-02	I	0.230E-04	I	0.668E-01	I	0.189E-02	I	0.02	I
I	15	I	75.00	I	25.00	I	0.671E-01	I	0.484E-03	I	0.546E-03	I	0.671E-01	I	0.480E-03	I	0.47	I
I	16	I	75.00	I	50.00	I	0.657E-01	I	0.182E-03	I	-0.150E-03	I	0.657E-01	I	0.181E-03	I	-0.13	I
I	17	I	100.00	I	0.00	I	0.656E-01	I	0.494E-02	I	0.207E-03	I	0.656E-01	I	0.493E-02	I	0.20	I
I	18	I	100.00	I	12.50	I	0.669E-01	I	0.347E-02	I	0.128E-02	I	0.669E-01	I	0.344E-02	I	1.16	I
I	19	I	100.00	I	25.00	I	0.686E-01	I	0.145E-02	I	0.203E-02	I	0.687E-01	I	0.139E-02	I	1.73	I
I	20	I	100.00	I	37.50	I	0.664E-01	I	0.423E-03	I	0.420E-03	I	0.664E-01	I	0.420E-03	I	0.36	I
I	21	I	100.00	I	50.00	I	0.638E-01	I	-0.519E-04	I	-0.867E-03	I	0.638E-01	I	-0.636E-04	I	-0.78	I
I	22	I	117.50	I	0.00	I	0.606E-01	I	0.103E-01	I	0.419E-03	I	0.606E-01	I	0.103E-01	I	0.48	I
I	23	I	117.50	I	25.00	I	0.655E-01	I	0.900E-02	I	0.723E-02	I	0.664E-01	I	0.809E-02	I	7.18	I
I	24	I	117.50	I	50.00	I	0.751E-01	I	-0.123E-02	I	0.288E-02	I	0.752E-01	I	-0.134E-02	I	2.16	I
I	25	I	135.00	I	0.00	I	0.545E-01	I	0.165E-01	I	0.361E-03	I	0.545E-01	I	0.165E-01	I	0.54	I
I	26	I	135.00	I	12.50	I	0.578E-01	I	0.170E-01	I	0.480E-02	I	0.583E-01	I	0.164E-01	I	6.62	I
I	27	I	135.00	I	25.00	I	0.565E-01	I	0.187E-01	I	0.938E-02	I	0.587E-01	I	0.165E-01	I	13.20	I
I	28	I	135.00	I	37.50	I	0.836E-01	I	0.143E-01	I	0.143E-01	I	0.864E-01	I	0.115E-01	I	11.25	I
I	29	I	135.00	I	50.00	I	0.115E 00	I	0.859E-02	I	0.192E-01	I	0.118E 00	I	0.525E-02	I	9.90	I
I	30	I	147.50	I	0.00	I	0.507E-01	I	0.159E-01	I	-0.838E-03	I	0.508E-01	I	0.159E-01	I	-1.38	I
I	31	I	147.50	I	31.25	I	0.575E-01	I	0.181E-01	I	0.816E-02	I	0.591E-01	I	0.164E-01	I	11.25	I
I	32	I	147.50	I	54.00	I	0.755E-01	I	0.271E-01	I	0.318E-01	I	0.912E-01	I	0.114E-01	I	26.34	I
I	33	I	160.00	I	0.00	I	0.472E-01	I	0.134E-01	I	-0.129E-02	I	0.472E-01	I	0.134E-01	I	-2.19	I
I	34	I	160.00	I	18.75	I	0.518E-01	I	0.142E-01	I	0.428E-02	I	0.523E-01	I	0.137E-01	I	6.42	I
I	35	I	160.00	I	37.50	I	0.625E-01	I	0.130E-01	I	0.940E-02	I	0.642E-01	I	0.112E-01	I	10.39	I
I	36	I	160.00	I	56.25	I	0.398E-01	I	0.196E-01	I	0.210E-01	I	0.531E-01	I	0.639E-02	I	32.20	I
I	37	I	160.00	I	75.00	I	0.398E-02	I	0.187E-01	I	0.166E-01	I	0.295E-01	I	-0.687E-02	I	56.90	I
I	38	I	160.00	I	85.00	I	-0.391E-02	I	-0.408E-02	I	-0.424E-02	I	0.248E-03	I	-0.824E-02	I	-44.45	I
I	39	I	160.00	I	95.00	I	0.205E-02	I	-0.738E-02	I	0.786E-02	I	0.650E-02	I	-0.118E-01	I	29.52	I
I	40	I	175.00	I	0.00	I	0.457E-01	I	0.640E-02	I	-0.292E-05	I	0.457E-01	I	0.690E-02	I	-0.00	I
I	41	I	175.00	I	37.50	I	0.513E-01	I	0.430E-02	I	0.107E-01	I	0.536E-01	I	0.197E-02	I	12.25	I
I	42	I	175.00	I	75.00	I	0.323E-01	I	-0.342E-04	I	0.230E-01	I	0.442E-01	I	-0.120E-01	I	27.47	I
I	43	I	175.00	I	95.00	I	-0.273E-01	I	-0.162E-02	I	-0.163E-01	I	0.630E-02	I	-0.352E-01	I	-64.10	I
I	44	I	190.00	I	0.00	I	0.443E-01	I	0.146E-02	I	-0.759E-03	I	0.443E-01	I	0.145E-02	I	-1.01	I
I	45	I	190.00	I	18.75	I	0.416E-01	I	-0.720E-03	I	0.612E-02	I	0.425E-01	I	-0.159E-02	I	8.07	I
I	46	I	190.00	I	37.50	I	0.411E-01	I	-0.235E-02	I	0.144E-01	I	0.454E-01	I	-0.669E-02	I	16.77	I
I	47	I	190.00	I	56.25	I	0.325E-01	I	-0.634E-02	I	0.214E-01	I	0.420E-01	I	-0.158E-01	I	23.87	I
I	48	I	190.00	I	75.00	I	0.759E-01	I	-0.857E-02	I	0.260E-01	I	0.833E-01	I	-0.159E-01	I	15.81	I
I	49	I	190.00	I	85.00	I	0.968E-02	I	-0.109E-01	I	0.163E-01	I	0.187E-01	I	-0.199E-01	I	28.85	I
I	50	I	190.00	I	95.00	I	-0.111E 00	I	-0.156E-01	I	0.757E-02	I	-0.150E-01	I	-0.111E 00	I	85.48	I



2.BEISPIEL
SCHERENKRAEFTE

SE

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	217.50	I	0.00	I	0.332E-01	I	-0.531E-03	I	-0.117E-03	I	0.332E-01	I	-0.531E-03	I	-0.20	I
I	52	I	217.50	I	37.50	I	0.295E-01	I	-0.176E-02	I	0.155E-01	I	0.359E-01	I	-0.816E-02	I	22.40	I
I	53	I	217.50	I	75.00	I	0.455E-01	I	0.238E-02	I	0.301E-01	I	0.609E-01	I	-0.131E-01	I	27.19	I
I	54	I	217.50	I	95.00	I	-0.160E-01	I	-0.142E-01	I	0.223E-01	I	0.727E-02	I	-0.374E-01	I	46.15	I
I	55	I	245.00	I	0.00	I	0.215E-01	I	-0.192E-02	I	0.766E-03	I	0.216E-01	I	-0.195E-02	I	1.87	I
I	56	I	245.00	I	18.75	I	0.197E-01	I	-0.624E-03	I	0.811E-02	I	0.225E-01	I	-0.347E-02	I	19.32	I
I	57	I	245.00	I	37.50	I	0.177E-01	I	0.522E-04	I	0.156E-01	I	0.268E-01	I	-0.906E-02	I	30.26	I
I	58	I	245.00	I	56.25	I	0.108E-01	I	0.608E-02	I	0.190E-01	I	0.276E-01	I	-0.107E-01	I	41.46	I
I	59	I	245.00	I	75.00	I	0.846E-02	I	0.157E-01	I	0.229E-01	I	0.353E-01	I	-0.111E-01	I	49.50	I
I	60	I	245.00	I	85.00	I	0.672E-01	I	0.130E-01	I	0.106E-01	I	0.692E-01	I	0.110E-01	I	10.68	I
I	61	I	245.00	I	95.00	I	0.122E 00	I	0.718E-02	I	-0.239E-02	I	0.122E 00	I	0.713E-02	I	-1.19	I
I	62	I	272.50	I	0.00	I	0.119E-01	I	-0.138E-02	I	-0.143E-03	I	0.119E-01	I	-0.138E-02	I	-0.62	I
I	63	I	272.50	I	37.50	I	0.106E-01	I	0.134E-02	I	0.112E-01	I	0.181E-01	I	-0.617E-02	I	33.80	I
I	64	I	272.50	I	75.00	I	0.354E-01	I	0.561E-02	I	0.137E-01	I	0.408E-01	I	0.294E-03	I	21.25	I
I	65	I	272.50	I	95.00	I	0.103E 00	I	-0.518E-02	I	-0.748E-02	I	0.104E 00	I	-0.569E-02	I	-3.92	I
I	66	I	300.00	I	0.00	I	0.308E-02	I	-0.974E-03	I	0.319E-03	I	0.311E-02	I	-0.999E-03	I	4.46	I
I	67	I	300.00	I	18.75	I	0.369E-02	I	-0.147E-03	I	0.403E-02	I	0.623E-02	I	-0.269E-02	I	32.26	I
I	68	I	300.00	I	37.50	I	0.413E-02	I	0.218E-02	I	0.818E-02	I	0.114E-01	I	-0.509E-02	I	41.60	I
I	69	I	300.00	I	56.25	I	0.770E-02	I	0.113E-02	I	0.102E-01	I	0.151E-01	I	-0.631E-02	I	36.08	I
I	70	I	300.00	I	75.00	I	0.505E-01	I	0.354E-02	I	0.863E-02	I	0.521E-01	I	0.200E-02	I	10.09	I
I	71	I	300.00	I	85.00	I	0.988E-01	I	0.108E-01	I	0.106E-01	I	0.100E 00	I	0.949E-02	I	6.77	I
I	72	I	300.00	I	95.00	I	0.108E 00	I	0.130E-01	I	0.157E-01	I	0.111E 00	I	0.105E-01	I	9.17	I
I	73	I	327.50	I	0.00	I	0.105E-03	I	-0.121E-01	I	0.181E-03	I	0.108E-03	I	-0.121E-01	I	0.85	I
I	74	I	327.50	I	37.50	I	0.325E-03	I	-0.992E-02	I	0.354E-02	I	0.143E-02	I	-0.110E-01	I	17.30	I
I	75	I	327.50	I	75.00	I	0.335E-01	I	-0.316E-02	I	0.143E-01	I	0.384E-01	I	-0.808E-02	I	18.98	I
I	76	I	327.50	I	95.00	I	0.162E 00	I	-0.785E-02	I	-0.277E-02	I	0.162E 00	I	-0.790E-02	I	-0.93	I
I	77	I	355.00	I	0.00	I	-0.127E-02	I	-0.254E-01	I	-0.205E-03	I	-0.127E-02	I	-0.254E-01	I	-0.49	I
I	78	I	355.00	I	18.75	I	-0.159E-02	I	-0.232E-01	I	-0.165E-02	I	-0.146E-02	I	-0.233E-01	I	-4.35	I
I	79	I	355.00	I	37.50	I	-0.238E-02	I	-0.228E-01	I	-0.359E-02	I	-0.177E-02	I	-0.234E-01	I	-9.69	I
I	80	I	355.00	I	56.25	I	-0.284E-02	I	-0.103E-01	I	-0.259E-02	I	-0.203E-02	I	-0.111E-01	I	-17.31	I
I	81	I	355.00	I	75.00	I	-0.129E-01	I	0.616E-02	I	0.114E-02	I	0.622E-02	I	-0.130E-01	I	86.58	I
I	82	I	355.00	I	85.00	I	0.125E 00	I	0.226E-01	I	0.173E-01	I	0.128E 00	I	0.198E-01	I	9.33	I
I	83	I	355.00	I	95.00	I	0.273E 00	I	0.368E-01	I	0.312E-01	I	0.277E 00	I	0.328E-01	I	7.39	I
I	84	I	382.50	I	0.00	I	0.467E-03	I	-0.488E-01	I	0.372E-03	I	0.470E-03	I	-0.488E-01	I	0.43	I
I	85	I	382.50	I	37.50	I	0.425E-02	I	-0.476E-01	I	-0.350E-02	I	0.449E-02	I	-0.478E-01	I	-3.85	I
I	86	I	382.50	I	75.00	I	0.368E-01	I	-0.463E-01	I	-0.206E-01	I	0.417E-01	I	-0.511E-01	I	-13.21	I
I	87	I	382.50	I	95.00	I	0.145E 00	I	-0.274E-01	I	-0.310E-01	I	0.150E 00	I	-0.328E-01	I	-9.89	I
I	88	I	410.00	I	0.00	I	0.125E-02	I	-0.687E-01	I	0.872E-03	I	0.126E-02	I	-0.687E-01	I	0.71	I
I	89	I	410.00	I	18.75	I	0.350E-02	I	-0.719E-01	I	0.205E-02	I	0.355E-02	I	-0.719E-01	I	1.56	I
I	90	I	410.00	I	37.50	I	0.773E-02	I	-0.754E-01	I	0.277E-02	I	0.782E-02	I	-0.754E-01	I	1.91	I
I	91	I	410.00	I	56.25	I	0.193E-01	I	-0.956E-01	I	-0.382E-02	I	0.194E-01	I	-0.957E-01	I	-1.90	I
I	92	I	410.00	I	75.00	I	0.170E 00	I	-0.109E 00	I	-0.232E-01	I	0.172E 00	I	-0.111E 00	I	-4.72	I
I	93	I	410.00	I	85.00	I	0.211E-01	I	-0.170E 00	I	0.302E-01	I	0.257E-01	I	-0.175E 00	I	8.77	I
I	94	I	410.00	I	95.00	I	-0.268E 00	I	-0.238E 00	I	0.969E-01	I	-0.155E 00	I	-0.351E 00	I	49.49	I
I	95	I	430.00	I	0.00	I	-0.194E-02	I	-0.866E-01	I	-0.662E-03	I	-0.193E-02	I	-0.866E-01	I	-0.45	I
I	96	I	430.00	I	37.50	I	0.848E-02	I	-0.877E-01	I	0.419E-02	I	0.866E-02	I	-0.879E-01	I	2.49	I
I	97	I	430.00	I	75.00	I	0.653E-01	I	-0.766E-01	I	0.143E-01	I	0.668E-01	I	-0.780E-01	I	5.70	I
I	98	I	430.00	I	95.00	I	-0.161E 00	I	-0.780E-01	I	0.112E 00	I	-0.301E-03	I	-0.239E 00	I	55.19	I
I	99	I	450.00	I	0.00	I	-0.491E-02	I	-0.106E 00	I	-0.196E-02	I	-0.487E-02	I	-0.106E 00	I	-1.11	I
I	100	I	450.00	I	18.75	I	0.645E-03	I	-0.103E 00	I	-0.189E-02	I	0.679E-03	I	-0.103E 00	I	-1.05	I

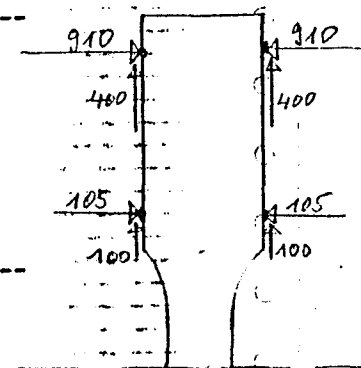
2.BEISPIEL
SCHERENKRAEFTE

Seite 3

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	101	I	450.00	I	37.50	I	0.103E-01	I	-0.971E-01	I	-0.413E-03	I	0.103E-01	I	-0.971E-01	I	-0.22	I
I	102	I	450.00	I	56.25	I	-0.434E-02	I	-0.719E-01	I	0.190E-01	I	0.624E-03	I	-0.768E-01	I	14.66	I
I	103	I	450.00	I	75.00	I	-0.869E-01	I	-0.617E-01	I	0.698E-01	I	-0.343E-02	I	-0.145E 00	I	50.12	I
I	104	I	450.00	I	85.00	I	0.611E-02	I	0.282E-01	I	-0.251E-01	I	0.446E-01	I	-0.103E-01	I	-56.86	I
I	105	I	450.00	I	95.00	I	0.163E 00	I	0.131E 00	I	-0.153E 00	I	0.301E 00	I	-0.634E-02	I	-42.05	I

PRÜFKÖRPER 3 LASTFALL 2 ELEMENTEINFÜLLUNG SIEHE 32

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	1	I	0.00	I	0.00	I	0.677E-01	I	-0.469E-03	I	-0.178E-03	I	0.677E-01	I	-0.470E-03	I	-0.15	I
I	2	I	0.00	I	12.50	I	0.674E-01	I	-0.515E-03	I	-0.216E-03	I	0.674E-01	I	-0.515E-03	I	-0.18	I
I	3	I	0.00	I	25.00	I	0.671E-01	I	-0.702E-03	I	-0.386E-03	I	0.672E-01	I	-0.704E-03	I	-0.33	I
I	4	I	0.00	I	37.50	I	0.660E-01	I	-0.403E-03	I	-0.649E-03	I	0.660E-01	I	-0.410E-03	I	-0.56	I
I	5	I	0.00	I	50.00	I	0.647E-01	I	0.379E-04	I	-0.781E-03	I	0.647E-01	I	0.284E-04	I	-0.69	I
I	6	I	30.00	I	0.00	I	0.662E-01	I	0.167E-02	I	-0.147E-04	I	0.662E-01	I	0.167E-02	I	-0.01	I
I	7	I	30.00	I	25.00	I	0.668E-01	I	0.108E-02	I	0.103E-02	I	0.668E-01	I	0.107E-02	I	0.90	I
I	8	I	30.00	I	50.00	I	0.670E-01	I	-0.125E-03	I	0.778E-04	I	0.670E-01	I	-0.125E-03	I	0.07	I
I	9	I	60.00	I	0.00	I	0.644E-01	I	0.416E-02	I	0.208E-03	I	0.644E-01	I	0.416E-02	I	0.20	I
I	10	I	60.00	I	12.50	I	0.653E-01	I	0.366E-02	I	0.126E-02	I	0.653E-01	I	0.363E-02	I	1.17	I
I	11	I	60.00	I	25.00	I	0.660E-01	I	0.310E-02	I	0.262E-02	I	0.661E-01	I	0.300E-02	I	2.38	I
I	12	I	60.00	I	37.50	I	0.684E-01	I	0.164E-02	I	0.204E-02	I	0.685E-01	I	0.157E-02	I	1.75	I
I	13	I	60.00	I	50.00	I	0.708E-01	I	0.223E-03	I	0.115E-02	I	0.708E-01	I	0.204E-03	I	0.94	I
I	14	I	72.50	I	0.00	I	0.621E-01	I	0.616E-02	I	0.234E-03	I	0.621E-01	I	0.615E-02	I	0.24	I
I	15	I	72.50	I	26.56	I	0.645E-01	I	0.489E-02	I	0.398E-02	I	0.648E-01	I	0.462E-02	I	3.80	I
I	16	I	72.50	I	50.40	I	0.734E-01	I	0.104E-02	I	0.502E-02	I	0.738E-01	I	0.691E-03	I	3.95	I
I	17	I	85.00	I	0.00	I	0.600E-01	I	0.782E-02	I	0.176E-03	I	0.600E-01	I	0.782E-02	I	0.19	I
I	18	I	85.00	I	14.06	I	0.617E-01	I	0.701E-02	I	0.266E-02	I	0.619E-01	I	0.688E-02	I	2.78	I
I	19	I	85.00	I	28.12	I	0.634E-01	I	0.648E-02	I	0.519E-02	I	0.639E-01	I	0.601E-02	I	5.17	I
I	20	I	85.00	I	39.85	I	0.687E-01	I	0.401E-02	I	0.705E-02	I	0.695E-01	I	0.325E-02	I	6.14	I
I	21	I	85.00	I	51.60	I	0.741E-01	I	0.126E-02	I	0.886E-02	I	0.752E-01	I	0.200E-03	I	6.83	I
I	22	I	97.50	I	0.00	I	0.569E-01	I	0.878E-02	I	-0.132E-03	I	0.569E-01	I	0.878E-02	I	-0.16	I
I	23	I	97.50	I	29.49	I	0.610E-01	I	0.748E-02	I	0.686E-02	I	0.619E-01	I	0.662E-02	I	7.19	I
I	24	I	97.50	I	53.50	I	0.713E-01	I	0.303E-02	I	0.135E-01	I	0.739E-01	I	0.471E-03	I	10.77	I
I	25	I	110.00	I	0.00	I	0.539E-01	I	0.988E-02	I	-0.396E-03	I	0.539E-01	I	0.987E-02	I	-0.52	I
I	26	I	110.00	I	15.62	I	0.560E-01	I	0.942E-02	I	0.446E-02	I	0.564E-01	I	0.900E-02	I	5.42	I
I	27	I	110.00	I	31.25	I	0.587E-01	I	0.836E-02	I	0.879E-02	I	0.601E-01	I	0.686E-02	I	9.63	I
I	28	I	110.00	I	43.75	I	0.638E-01	I	0.605E-02	I	0.129E-01	I	0.666E-01	I	0.329E-02	I	12.06	I
I	29	I	110.00	I	56.25	I	0.684E-01	I	0.435E-02	I	0.176E-01	I	0.729E-01	I	-0.167E-03	I	14.39	I
I	30	I	122.50	I	0.00	I	0.508E-01	I	0.972E-02	I	-0.408E-06	I	0.508E-01	I	0.972E-02	I	-0.00	I
I	31	I	122.50	I	32.81	I	0.540E-01	I	0.989E-02	I	0.105E-01	I	0.564E-01	I	0.750E-02	I	12.76	I
I	32	I	122.50	I	59.70	I	0.658E-01	I	0.560E-02	I	0.197E-01	I	0.717E-01	I	-0.256E-03	I	16.57	I
I	33	I	135.00	I	0.00	I	0.464E-01	I	0.935E-02	I	0.352E-03	I	0.464E-01	I	0.935E-02	I	0.54	I
I	34	I	135.00	I	17.37	I	0.490E-01	I	0.979E-02	I	0.494E-02	I	0.496E-01	I	0.918E-02	I	7.07	I
I	35	I	135.00	I	34.75	I	0.488E-01	I	0.120E-01	I	0.116E-01	I	0.521E-01	I	0.867E-02	I	16.09	I
I	36	I	135.00	I	49.42	I	0.557E-01	I	0.116E-01	I	0.183E-01	I	0.623E-01	I	0.498E-02	I	19.88	I
I	37	I	135.00	I	64.10	I	0.656E-01	I	0.947E-02	I	0.231E-01	I	0.738E-01	I	0.119E-02	I	19.73	I
I	38	I	147.50	I	0.00	I	0.439E-01	I	0.654E-02	I	-0.373E-03	I	0.439E-01	I	0.654E-02	I	-0.57	I
I	39	I	147.50	I	35.19	I	0.429E-01	I	0.843E-02	I	0.726E-02	I	0.443E-01	I	0.696E-02	I	11.43	I
I	40	I	147.50	I	69.00	I	0.638E-01	I	0.188E-01	I	0.324E-01	I	0.807E-01	I	0.184E-02	I	27.60	I
I	41	I	160.00	I	0.00	I	0.415E-01	I	0.340E-02	I	-0.806E-03	I	0.415E-01	I	0.338E-02	I	-1.21	I
I	42	I	160.00	I	18.75	I	0.417E-01	I	0.447E-02	I	0.427E-02	I	0.422E-01	I	0.399E-02	I	6.47	I
I	43	I	160.00	I	37.50	I	0.428E-01	I	0.412E-02	I	0.441E-02	I	0.433E-01	I	0.362E-02	I	6.42	I
I	44	I	160.00	I	56.25	I	0.423E-01	I	0.110E-01	I	0.169E-01	I	0.497E-01	I	0.368E-02	I	23.59	I
I	45	I	160.00	I	75.00	I	0.479E-01	I	0.177E-01	I	0.293E-01	I	0.658E-01	I	-0.207E-03	I	31.36	I
I	46	I	160.00	I	85.00	I	0.160E-01	I	0.475E-02	I	0.791E-02	I	0.201E-01	I	0.679E-03	I	27.24	I
I	47	I	160.00	I	95.00	I	-0.297E-01	I	-0.465E-02	I	-0.351E-02	I	-0.416E-02	I	-0.301E-01	I	-82.17	I
I	48	I	175.00	I	0.00	I	0.389E-01	I	-0.927E-03	I	-0.189E-03	I	0.389E-01	I	-0.928E-03	I	-0.27	I
I	49	I	175.00	I	37.50	I	0.414E-01	I	-0.255E-02	I	0.674E-02	I	0.424E-01	I	-0.356E-02	I	8.52	I
I	50	I	175.00	I	75.00	I	0.515E-01	I	-0.163E-02	I	0.271E-01	I	0.629E-01	I	-0.130E-01	I	22.79	I



I	KH.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
1	51	1	175.00	1	95.00	1	-0.249E-01	1	-0.505E-02	1	-0.158E-01	1	0.370E-02	1	-0.337E-01	1	-61.06	1
1	52	1	190.00	1	0.00	1	0.366E-01	1	-0.589E-02	1	0.136E-04	1	0.366E-01	1	-0.589E-02	1	0.02	1
1	53	1	190.00	1	18.75	1	0.349E-01	1	-0.741E-02	1	0.421E-02	1	0.353E-01	1	-0.782E-02	1	5.62	1
1	54	1	190.00	1	37.50	1	0.356E-01	1	-0.928E-02	1	0.958E-02	1	0.375E-01	1	-0.112E-01	1	11.57	1
1	55	1	190.00	1	56.25	1	0.290E-01	1	-0.129E-01	1	0.166E-01	1	0.348E-01	1	-0.187E-01	1	19.15	1
1	56	1	190.00	1	75.00	1	0.693E-01	1	-0.138E-01	1	0.209E-01	1	0.743E-01	1	-0.188E-01	1	13.34	1
1	57	1	190.00	1	85.00	1	0.266E-01	1	-0.148E-01	1	0.187E-01	1	0.338E-01	1	-0.220E-01	1	21.03	1
1	58	1	190.00	1	95.00	1	-0.653E-01	1	-0.182E-01	1	0.179E-01	1	-0.121E-01	1	-0.713E-01	1	71.34	1
1	59	1	217.50	1	0.00	1	0.280E-01	1	-0.851E-02	1	0.243E-04	1	0.280E-01	1	-0.851E-02	1	0.04	1
1	60	1	217.50	1	37.50	1	0.266E-01	1	-0.976E-02	1	0.120E-01	1	0.302E-01	1	-0.134E-01	1	16.72	1
1	61	1	217.50	1	75.00	1	0.495E-01	1	-0.894E-02	1	0.219E-01	1	0.568E-01	1	-0.162E-01	1	18.41	1
1	62	1	217.50	1	95.00	1	-0.560E-02	1	-0.103E-01	1	0.175E-01	1	0.974E-02	1	-0.256E-01	1	41.19	1
1	63	1	245.00	1	0.00	1	0.192E-01	1	-0.872E-02	1	0.105E-03	1	0.192E-01	1	-0.872E-02	1	0.22	1
1	64	1	245.00	1	18.75	1	0.180E-01	1	-0.840E-02	1	0.675E-02	1	0.196E-01	1	-0.100E-01	1	13.55	1
1	65	1	245.00	1	37.50	1	0.169E-01	1	-0.874E-02	1	0.136E-01	1	0.228E-01	1	-0.146E-01	1	23.40	1
1	66	1	245.00	1	56.25	1	0.120E-01	1	-0.620E-02	1	0.166E-01	1	0.219E-01	1	-0.160E-01	1	30.62	1
1	67	1	245.00	1	75.00	1	0.289E-01	1	-0.215E-02	1	0.201E-01	1	0.388E-01	1	-0.120E-01	1	26.15	1
1	68	1	245.00	1	85.00	1	0.680E-01	1	0.476E-02	1	0.849E-02	1	0.691E-01	1	0.364E-02	1	7.52	1
1	69	1	245.00	1	95.00	1	0.852E-01	1	0.108E-01	1	-0.386E-02	1	0.854E-01	1	0.106E-01	1	-2.96	1
1	70	1	272.50	1	0.00	1	0.104E-01	1	-0.632E-02	1	0.557E-04	1	0.104E-01	1	-0.632E-02	1	0.19	1
1	71	1	272.50	1	37.50	1	0.942E-02	1	-0.447E-02	1	0.108E-01	1	0.153E-01	1	-0.104E-01	1	28.62	1
1	72	1	272.50	1	75.00	1	0.391E-01	1	-0.324E-02	1	0.170E-01	1	0.451E-01	1	-0.923E-02	1	19.39	1
1	73	1	272.50	1	95.00	1	0.102E-00	1	-0.207E-02	1	-0.214E-02	1	0.102E-00	1	-0.211E-02	1	-1.17	1
1	74	1	300.00	1	0.00	1	0.161E-02	1	-0.426E-02	1	0.164E-03	1	0.161E-02	1	-0.427E-02	1	1.59	1
1	75	1	300.00	1	18.75	1	0.218E-02	1	-0.320E-02	1	0.438E-02	1	0.463E-02	1	-0.565E-02	1	29.20	1
1	76	1	300.00	1	37.50	1	0.261E-02	1	-0.717E-03	1	0.902E-02	1	0.101E-01	1	-0.823E-02	1	39.78	1
1	77	1	300.00	1	56.25	1	0.583E-02	1	-0.359E-03	1	0.109E-01	1	0.141E-01	1	-0.863E-02	1	37.10	1
1	78	1	300.00	1	75.00	1	0.420E-01	1	0.430E-02	1	0.829E-02	1	0.438E-01	1	0.256E-02	1	11.87	1
1	79	1	300.00	1	85.00	1	0.104E-00	1	0.108E-01	1	0.858E-02	1	0.105E-00	1	0.100E-01	1	5.20	1
1	80	1	300.00	1	95.00	1	0.134E-00	1	0.116E-01	1	0.130E-01	1	0.135E-00	1	0.103E-01	1	6.00	1
1	81	1	327.50	1	0.00	1	-0.152E-02	1	-0.134E-01	1	0.124E-03	1	-0.152E-02	1	-0.134E-01	1	0.60	1
1	82	1	327.50	1	37.50	1	-0.124E-02	1	-0.111E-01	1	0.334E-02	1	-0.214E-03	1	-0.121E-01	1	17.02	1
1	83	1	327.50	1	75.00	1	0.323E-01	1	-0.228E-02	1	0.135E-01	1	0.370E-01	1	-0.691E-02	1	18.96	1
1	84	1	327.50	1	95.00	1	0.172E-00	1	-0.958E-02	1	-0.348E-02	1	0.173E-00	1	-0.965E-02	1	-1.09	1
1	85	1	355.00	1	0.00	1	-0.269E-02	1	-0.253E-01	1	-0.155E-03	1	-0.269E-02	1	-0.253E-01	1	-0.39	1
1	86	1	355.00	1	18.75	1	-0.289E-02	1	-0.231E-01	1	-0.198E-02	1	-0.270E-02	1	-0.233E-01	1	-5.54	1
1	87	1	355.00	1	37.50	1	-0.357E-02	1	-0.225E-01	1	-0.243E-02	1	-0.264E-02	1	-0.234E-01	1	-12.23	1
1	88	1	355.00	1	56.25	1	-0.342E-02	1	-0.101E-01	1	-0.361E-02	1	-0.184E-02	1	-0.117E-01	1	-23.68	1
1	89	1	355.00	1	75.00	1	-0.127E-01	1	0.562E-02	1	-0.364E-03	1	0.563E-02	1	-0.127E-01	1	-88.80	1
1	90	1	355.00	1	85.00	1	0.128E-00	1	0.228E-01	1	0.163E-01	1	0.131E-00	1	0.203E-01	1	8.62	1
1	91	1	355.00	1	95.00	1	0.279E-00	1	0.382E-01	1	0.310E-01	1	0.283E-00	1	0.343E-01	1	7.23	1
1	92	1	382.50	1	0.00	1	-0.419E-03	1	-0.484E-01	1	0.381E-03	1	-0.416E-03	1	-0.484E-01	1	0.45	1
1	93	1	382.50	1	37.50	1	0.356E-02	1	-0.472E-01	1	-0.415E-02	1	0.390E-02	1	-0.475E-01	1	-4.64	1
1	94	1	382.50	1	75.00	1	0.373E-01	1	-0.464E-01	1	-0.217E-01	1	0.426E-01	1	-0.517E-01	1	-13.71	1
1	95	1	382.50	1	95.00	1	0.148E-00	1	-0.271E-01	1	-0.311E-01	1	0.153E-00	1	-0.324E-01	1	-9.79	1
1	96	1	410.00	1	0.00	1	0.875E-03	1	-0.680E-01	1	0.840E-03	1	0.885E-03	1	-0.680E-01	1	0.70	1
1	97	1	410.00	1	18.75	1	0.319E-02	1	-0.712E-01	1	0.174E-02	1	0.323E-02	1	-0.713E-01	1	1.34	1
1	98	1	410.00	1	37.50	1	0.746E-02	1	-0.748E-01	1	0.216E-02	1	0.752E-02	1	-0.748E-01	1	1.50	1
1	99	1	410.00	1	56.25	1	0.193E-01	1	-0.951E-01	1	-0.450E-02	1	0.194E-01	1	-0.953E-01	1	-2.25	1
1	100	1	410.00	1	75.00	1	0.170E-00	1	-0.109E-00	1	-0.239E-01	1	0.172E-00	1	-0.111E-00	1	-4.86	1

SCHEIBE 0.45*0.075:0.05> M
SCHERENKRAEFTE

SEITE 3

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	101	I	410.00	I	85.00	I	0.217E-01	I	-0.170E 00	I	0.298E-01	I	0.262E-01	I	-0.175E 00	I	8.63	I
I	102	I	410.00	I	95.00	I	-0.268E 00	I	-0.238E 00	I	0.967E-01	I	-0.155E 00	I	-0.351E 00	I	49.44	I
I	103	I	430.00	I	0.00	I	-0.207E-02	I	-0.855E-01	I	-0.673E-03	I	-0.207E-02	I	-0.855E-01	I	-0.46	I
I	104	I	430.00	I	37.50	I	0.835E-02	I	-0.869E-01	I	0.385E-02	I	0.850E-02	I	-0.871E-01	I	2.31	I
I	105	I	430.00	I	75.00	I	0.657E-01	I	-0.763E-01	I	0.139E-01	I	0.671E-01	I	-0.777E-01	I	5.55	I
I	106	I	430.00	I	95.00	I	-0.161E 00	I	-0.781E-01	I	0.112E 00	I	-0.375E-03	I	-0.239E 00	I	55.20	I
I	107	I	450.00	I	0.00	I	-0.485E-02	I	-0.105E 00	I	-0.195E-02	I	-0.482E-02	I	-0.105E 00	I	-1.12	I
I	108	I	450.00	I	18.75	I	0.700E-03	I	-0.101E 00	I	-0.190E-02	I	0.736E-03	I	-0.101E 00	I	-1.07	I
I	109	I	450.00	I	37.50	I	0.103E-01	I	-0.959E-01	I	-0.473E-03	I	0.103E-01	I	-0.959E-01	I	-0.26	I
I	110	I	450.00	I	56.25	I	-0.435E-02	I	-0.713E-01	I	0.188E-01	I	0.591E-03	I	-0.762E-01	I	14.69	I
I	111	I	450.00	I	75.00	I	-0.868E-01	I	-0.618E-01	I	0.697E-01	I	-0.348E-02	I	-0.145E 00	I	50.08	I
I	112	I	450.00	I	85.00	I	0.604E-02	I	0.281E-01	I	-0.250E-01	I	0.444E-01	I	-0.102E-01	I	-56.91	I
I	113	I	450.00	I	95.00	I	0.163E 00	I	0.132E 00	I	-0.153E 00	I	0.301E 00	I	-0.632E-02	I	-42.08	I

Lastfall 3:

Der dritte Lastfall ist eine Kombination aus den beiden vorhergehenden. Die Zugskraft wird zu 80% an der Rolle und zu 20% am festen Zapfen übertragen, das entspricht Lastfall 2. Die Querkräfte P_1 und P_2 ergeben sich aus dem ersten Lastfall durch Multiplikation mit den Faktor 1,5.

Lastfall 3:

$$\underline{\underline{P_1 = 2018 \text{ kp}}}$$

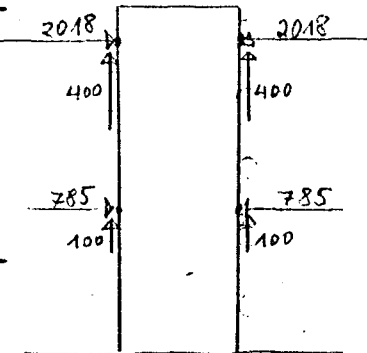
$$\underline{\underline{H_1 = 400 \text{ kp}}}$$

$$\underline{\underline{P_2 = 1285 \text{ kp}}}$$

$$\underline{\underline{H_2 = 100 \text{ kp}}}$$

PRÜFKÖRPER 1 LASTFALL 3 ELEMENTEINTEILUNG SIEHE 3.2

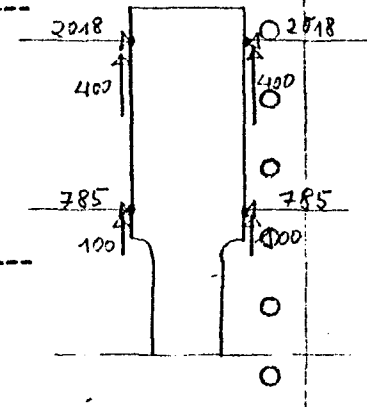
	I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
12	I	1	I	0.00	I	0.00	I	0.443E-01	I	0.978E-03	I	-0.106E-03	I	0.443E-01	I	0.978E-03	I	-0.14	I
	I	2	I	0.00	I	18.75	I	0.444E-01	I	0.875E-03	I	-0.128E-03	I	0.444E-01	I	0.874E-03	I	-0.17	I
11	I	3	I	0.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	0.799E-03	I	-0.178E-03	I	0.445E-01	I	0.799E-03	I	-0.23	I
	I	4	I	0.00	I	56.25	I	0.445E-01	I	0.404E-03	I	-0.375E-04	I	0.445E-01	I	0.404E-03	I	-0.05	I
10	I	5	I	0.00	I	75.00	I	0.444E-01	I	-0.203E-04	I	0.131E-03	I	0.444E-01	I	-0.207E-04	I	0.17	I
	I	6	I	30.00	I	0.00	I	0.431E-01	I	0.172E-02	I	0.912E-04	I	0.431E-01	I	0.172E-02	I	0.13	I
11	I	7	I	30.00	I	37.50	I	0.444E-01	I	0.756E-03	I	0.715E-03	I	0.444E-01	I	0.745E-03	I	0.94	I
	I	8	I	30.00	I	75.00	I	0.458E-01	I	0.462E-04	I	0.686E-03	I	0.458E-01	I	0.359E-04	I	0.86	I
20	I	9	I	60.00	I	0.00	I	0.419E-01	I	0.281E-02	I	0.254E-03	I	0.419E-01	I	0.281E-02	I	0.37	I
	I	10	I	60.00	I	18.75	I	0.429E-01	I	0.197E-02	I	0.126E-02	I	0.429E-01	I	0.193E-02	I	1.76	I
22	I	11	I	60.00	I	37.50	I	0.446E-01	I	0.869E-03	I	0.169E-02	I	0.447E-01	I	0.804E-03	I	-2.21	I
24	I	12	I	60.00	I	56.25	I	0.460E-01	I	0.228E-03	I	0.121E-02	I	0.460E-01	I	0.196E-03	I	1.52	I
	I	13	I	60.00	I	75.00	I	0.467E-01	I	-0.148E-03	I	0.130E-02	I	0.467E-01	I	-0.184E-03	I	1.59	I
26	I	14	I	85.00	I	0.00	I	0.393E-01	I	0.178E-02	I	-0.109E-03	I	0.393E-01	I	0.178E-02	I	-0.17	I
	I	15	I	85.00	I	37.50	I	0.435E-01	I	0.164E-02	I	0.464E-02	I	0.440E-01	I	0.114E-02	I	6.25	I
27	I	16	I	85.00	I	75.00	I	0.514E-01	I	-0.131E-02	I	-0.127E-02	I	0.515E-01	I	-0.134E-02	I	-1.37	I
	I	17	I	110.00	I	0.00	I	0.352E-01	I	0.141E-02	I	-0.571E-05	I	0.352E-01	I	0.141E-02	I	-0.01	I
30	I	18	I	110.00	I	18.75	I	0.387E-01	I	0.304E-02	I	0.184E-02	I	0.388E-01	I	0.295E-02	I	2.94	I
	I	19	I	110.00	I	37.50	I	0.409E-01	I	0.527E-02	I	0.654E-02	I	0.420E-01	I	0.411E-02	I	10.08	I
32	I	20	I	110.00	I	56.25	I	0.502E-01	I	0.482E-02	I	0.509E-02	I	0.507E-01	I	0.426E-02	I	6.33	I
34	I	21	I	110.00	I	75.00	I	0.608E-01	I	0.377E-02	I	0.792E-03	I	0.608E-01	I	0.376E-02	I	0.80	I
	I	22	I	135.00	I	0.00	I	0.367E-01	I	-0.104E-01	I	0.116E-03	I	0.367E-01	I	-0.104E-01	I	0.14	I
36	I	23	I	135.00	I	37.50	I	0.355E-01	I	-0.740E-02	I	-0.219E-02	I	0.356E-01	I	-0.751E-02	I	-2.92	I
	I	24	I	135.00	I	75.00	I	0.701E-01	I	0.719E-03	I	0.649E-02	I	0.707E-01	I	0.117E-03	I	5.30	I
37	I	25	I	160.00	I	0.00	I	0.374E-01	I	-0.257E-01	I	-0.433E-04	I	0.374E-01	I	-0.257E-01	I	-0.04	I
	I	26	I	160.00	I	18.75	I	0.398E-01	I	-0.257E-01	I	-0.187E-02	I	0.398E-01	I	-0.257E-01	I	-1.63	I
40	I	27	I	160.00	I	37.50	I	0.422E-01	I	-0.272E-01	I	-0.817E-02	I	0.431E-01	I	-0.282E-01	I	-6.62	I
	I	28	I	160.00	I	56.25	I	0.422E-01	I	-0.273E-01	I	-0.843E-02	I	0.432E-01	I	-0.283E-01	I	-6.82	I
41	I	29	I	160.00	I	75.00	I	0.315E-01	I	-0.372E-01	I	-0.285E-01	I	0.418E-01	I	-0.475E-01	I	-19.83	I
	I	30	I	160.00	I	85.00	I	0.228E-01	I	0.121E-01	I	0.112E-01	I	0.298E-01	I	0.506E-02	I	32.25	I
44	I	31	I	160.00	I	95.00	I	0.355E-01	I	0.845E-01	I	0.994E-01	I	0.162E 00	I	-0.424E-01	I	51.92	I
46	I	32	I	175.00	I	0.00	I	0.380E-01	I	-0.342E-01	I	0.705E-04	I	0.380E-01	I	-0.342E-01	I	0.06	I
	I	33	I	175.00	I	37.50	I	0.460E-01	I	-0.428E-01	I	-0.234E-03	I	0.460E-01	I	-0.428E-01	I	-0.15	I
49	I	34	I	175.00	I	75.00	I	0.103E 00	I	-0.727E-01	I	0.131E-01	I	0.104E 00	I	-0.737E-01	I	4.24	I
	I	35	I	175.00	I	95.00	I	-0.144E 00	I	-0.623E-01	I	-0.103E 00	I	0.771E-02	I	-0.214E 00	I	-55.83	I
50	I	36	I	190.00	I	0.00	I	0.397E-01	I	-0.417E-01	I	-0.435E-03	I	0.397E-01	I	-0.417E-01	I	-0.31	I
	I	37	I	190.00	I	18.75	I	0.385E-01	I	-0.480E-01	I	0.461E-02	I	0.387E-01	I	-0.483E-01	I	3.04	I
52	I	38	I	190.00	I	37.50	I	0.404E-01	I	-0.540E-01	I	0.106E-01	I	0.416E-01	I	-0.552E-01	I	6.32	I
	I	39	I	190.00	I	56.25	I	0.421E-01	I	-0.751E-01	I	0.217E-01	I	0.460E-01	I	-0.790E-01	I	10.18	I
54	I	40	I	190.00	I	75.00	I	0.191E 00	I	-0.897E-01	I	0.387E-01	I	0.197E 00	I	-0.949E-01	I	7.70	I
56	I	41	I	190.00	I	85.00	I	-0.982E-03	I	-0.145E 00	I	0.101E-01	I	-0.277E-03	I	-0.145E 00	I	4.00	I
	I	42	I	190.00	I	95.00	I	-0.344E 00	I	-0.206E 00	I	-0.253E-01	I	-0.202E 00	I	-0.349E 00	I	-79.93	I
57	I	43	I	217.50	I	0.00	I	0.259E-01	I	-0.368E-01	I	-0.250E-03	I	0.259E-01	I	-0.368E-01	I	-0.23	I
	I	44	I	217.50	I	37.50	I	0.264E-01	I	-0.409E-01	I	0.197E-01	I	0.318E-01	I	-0.462E-01	I	15.18	I
60	I	45	I	217.50	I	75.00	I	0.664E-01	I	-0.415E-01	I	0.453E-01	I	0.829E-01	I	-0.580E-01	I	20.02	I
	I	46	I	217.50	I	95.00	I	-0.343E-01	I	-0.471E-01	I	0.591E-01	I	0.187E-01	I	-0.100E 00	I	41.93	I
62	I	47	I	245.00	I	0.00	I	0.107E-01	I	-0.265E-01	I	0.355E-03	I	0.107E-01	I	-0.265E-01	I	0.55	I
	I	48	I	245.00	I	18.75	I	0.988E-02	I	-0.250E-01	I	0.127E-01	I	0.140E-01	I	-0.291E-01	I	17.98	I
64	I	49	I	245.00	I	37.50	I	0.885E-02	I	-0.256E-01	I	0.257E-01	I	0.226E-01	I	-0.393E-01	I	28.08	I
	I	50	I	245.00	I	56.25	I	0.211E-02	I	-0.154E-01	I	0.308E-01	I	0.254E-01	I	-0.387E-01	I	37.09	I



I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	245.00	I	75.00	I	-0.166E-01	I	-0.337E-02	I	0.361E-01	I	0.267E-01	I	-0.467E-01	I	50.19	I
I	52	I	245.00	I	85.00	I	0.978E-01	I	0.246E-01	I	0.459E-02	I	0.981E-01	I	0.243E-01	I	3.57	I
I	53	I	245.00	I	95.00	I	0.224E 00	I	0.528E-01	I	-0.278E-01	I	0.229E 00	I	0.484E-01	I	-8.97	I
I	54	I	272.50	I	0.00	I	-0.369E-02	I	-0.167E-01	I	0.426E-04	I	-0.369E-02	I	-0.167E-01	I	0.19	I
I	55	I	272.50	I	37.50	I	-0.388E-02	I	-0.122E-01	I	0.167E-01	I	0.918E-02	I	-0.252E-01	I	38.03	I
I	56	I	272.50	I	75.00	I	0.298E-01	I	-0.833E-02	I	0.242E-01	I	0.415E-01	I	-0.200E-01	I	25.86	I
I	57	I	272.50	I	95.00	I	0.190E 00	I	-0.948E-02	I	-0.451E-02	I	0.190E 00	I	-0.958E-02	I	-1.29	I
I	58	I	300.00	I	0.00	I	-0.174E-01	I	-0.939E-02	I	0.638E-04	I	-0.939E-02	I	-0.174E-01	I	89.55	I
I	59	I	300.00	I	18.75	I	-0.153E-01	I	-0.654E-02	I	0.534E-02	I	-0.401E-02	I	-0.178E-01	I	64.67	I
I	60	I	300.00	I	37.50	I	-0.136E-01	I	-0.233E-03	I	0.112E-01	I	0.612E-02	I	-0.199E-01	I	60.39	I
I	61	I	300.00	I	56.25	I	-0.396E-02	I	0.238E-04	I	0.137E-01	I	0.119E-01	I	-0.158E-01	I	49.14	I
I	62	I	300.00	I	75.00	I	0.377E-01	I	0.146E-01	I	0.110E-01	I	0.421E-01	I	0.102E-01	I	21.74	I
I	63	I	300.00	I	85.00	I	0.150E 00	I	0.309E-01	I	0.121E-01	I	0.151E 00	I	0.297E-01	I	5.77	I
I	64	I	300.00	I	95.00	I	0.230E 00	I	0.295E-01	I	0.178E-01	I	0.231E 00	I	0.280E-01	I	5.06	I
I	65	I	327.50	I	0.00	I	-0.170E-01	I	-0.312E-01	I	0.171E-03	I	-0.170E-01	I	-0.312E-01	I	0.69	I
I	66	I	327.50	I	37.50	I	-0.168E-01	I	-0.260E-01	I	-0.141E-02	I	-0.166E-01	I	-0.262E-01	I	-8.56	I
I	67	I	327.50	I	75.00	I	0.147E-01	I	-0.830E-02	I	0.134E-01	I	0.209E-01	I	-0.145E-01	I	24.68	I
I	68	I	327.50	I	95.00	I	0.288E 00	I	-0.192E-01	I	-0.211E-02	I	0.288E 00	I	-0.192E-01	I	-0.39	I
I	69	I	355.00	I	0.00	I	-0.129E-01	I	-0.594E-01	I	-0.293E-03	I	-0.129E-01	I	-0.594E-01	I	-0.36	I
I	70	I	355.00	I	18.75	I	-0.133E-01	I	-0.552E-01	I	-0.866E-02	I	-0.116E-01	I	-0.569E-01	I	-11.23	I
I	71	I	355.00	I	37.50	I	-0.146E-01	I	-0.547E-01	I	-0.183E-01	I	-0.749E-02	I	-0.618E-01	I	-21.15	I
I	72	I	355.00	I	56.25	I	-0.194E-01	I	-0.283E-01	I	-0.206E-01	I	-0.273E-02	I	-0.450E-01	I	-38.93	I
I	73	I	355.00	I	75.00	I	-0.944E-01	I	0.224E-02	I	0.233E-01	I	0.757E-02	I	-0.997E-01	I	-77.12	I
I	74	I	355.00	I	85.00	I	0.172E 00	I	0.503E-01	I	0.281E-01	I	0.178E 00	I	0.441E-01	I	12.43	I
I	75	I	355.00	I	95.00	I	0.509E 00	I	0.981E-01	I	0.811E-01	I	0.524E 00	I	0.827E-01	I	10.78	I
I	76	I	382.50	I	0.00	I	-0.374E-02	I	-0.106E 00	I	0.869E-03	I	-0.373E-02	I	-0.106E 00	I	0.49	I
I	77	I	382.50	I	37.50	I	0.467E-02	I	-0.106E 00	I	-0.140E-01	I	0.642E-02	I	-0.108E 00	I	-7.10	I
I	78	I	382.50	I	75.00	I	0.585E-01	I	-0.106E 00	I	-0.550E-01	I	0.752E-01	I	-0.122E 00	I	-16.91	I
I	79	I	382.50	I	95.00	I	0.110E 00	I	-0.806E-01	I	-0.104E 00	I	0.156E 00	I	-0.126E 00	I	-23.67	I
I	80	I	410.00	I	0.00	I	0.234E-02	I	-0.143E 00	I	0.174E-02	I	0.236E-02	I	-0.143E 00	I	0.69	I
I	81	I	410.00	I	18.75	I	0.715E-02	I	-0.151E 00	I	0.284E-02	I	0.720E-02	I	-0.151E 00	I	1.03	I
I	82	I	410.00	I	37.50	I	0.165E-01	I	-0.159E 00	I	0.322E-02	I	0.166E-01	I	-0.159E 00	I	1.05	I
I	83	I	410.00	I	56.25	I	0.405E-01	I	-0.207E 00	I	-0.108E-01	I	0.409E-01	I	-0.208E 00	I	-2.49	I
I	84	I	410.00	I	75.00	I	0.356E 00	I	-0.243E 00	I	-0.412E-01	I	0.359E 00	I	-0.246E 00	I	-3.92	I
I	85	I	410.00	I	85.00	I	-0.200E-01	I	-0.371E 00	I	0.348E-01	I	-0.165E-01	I	-0.374E 00	I	5.61	I
I	86	I	410.00	I	95.00	I	-0.692E 00	I	-0.511E 00	I	0.128E 00	I	-0.445E 00	I	-0.759E 00	I	62.67	I
I	87	I	430.00	I	0.00	I	-0.413E-02	I	-0.172E 00	I	-0.143E-02	I	-0.412E-02	I	-0.172E 00	I	-0.49	I
I	88	I	430.00	I	37.50	I	0.177E-01	I	-0.175E 00	I	0.838E-02	I	0.181E-01	I	-0.175E 00	I	2.49	I
I	89	I	430.00	I	75.00	I	0.117E 00	I	-0.159E 00	I	0.267E-01	I	0.120E 00	I	-0.162E 00	I	5.45	I
I	90	I	430.00	I	95.00	I	-0.297E 00	I	-0.150E 00	I	0.221E 00	I	0.916E-02	I	-0.457E 00	I	54.19	I
I	91	I	450.00	I	0.00	I	-0.929E-02	I	-0.204E 00	I	-0.403E-02	I	-0.921E-02	I	-0.205E 00	I	-1.18	I
I	92	I	450.00	I	18.75	I	0.123E-02	I	-0.196E 00	I	-0.355E-02	I	0.130E-02	I	-0.196E 00	I	-1.03	I
I	93	I	450.00	I	37.50	I	0.200E-01	I	-0.185E 00	I	-0.843E-04	I	0.200E-01	I	-0.185E 00	I	-0.02	I
I	94	I	450.00	I	56.25	I	-0.724E-02	I	-0.131E 00	I	0.399E-01	I	0.450E-02	I	-0.143E 00	I	16.38	I
I	95	I	450.00	I	75.00	I	-0.180E 00	I	-0.101E 00	I	0.139E 00	I	0.407E-02	I	-0.285E 00	I	52.85	I
I	96	I	450.00	I	85.00	I	0.994E-02	I	0.643E-01	I	-0.560E-01	I	0.994E-01	I	-0.252E-01	I	-57.93	I
I	97	I	450.00	I	95.00	I	0.336E 00	I	0.251E 00	I	-0.313E 00	I	0.610E 00	I	-0.224E-01	I	-41.14	I

PRÜFKÖRPER 2 LAST FALL 3 ELEMENTEINTEILUNG SIEHE 3.2

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	1	I	0.00	I	0.00	I	0.668E-01	I	0.760E-04	I	-0.325E-04	I	0.668E-01	I	0.759E-04	I	-0.03	I
I	2	I	0.00	I	12.50	I	0.668E-01	I	-0.763E-04	I	-0.578E-04	I	0.668E-01	I	-0.764E-04	I	-0.05	I
I	3	I	0.00	I	25.00	I	0.667E-01	I	-0.660E-05	I	-0.835E-04	I	0.667E-01	I	-0.670E-05	I	-0.07	I
I	4	I	0.00	I	37.50	I	0.666E-01	I	0.347E-04	I	-0.376E-04	I	0.666E-01	I	0.346E-04	I	-0.03	I
I	5	I	0.00	I	50.00	I	0.664E-01	I	-0.146E-03	I	0.881E-05	I	0.664E-01	I	-0.146E-03	I	0.01	I
I	6	I	25.00	I	0.00	I	0.667E-01	I	0.934E-04	I	0.610E-04	I	0.667E-01	I	0.933E-04	I	0.05	I
I	7	I	25.00	I	25.00	I	0.667E-01	I	0.947E-04	I	-0.654E-04	I	0.667E-01	I	0.947E-04	I	-0.06	I
I	8	I	25.00	I	50.00	I	0.666E-01	I	0.124E-03	I	0.250E-03	I	0.666E-01	I	0.123E-03	I	0.22	I
I	9	I	50.00	I	0.00	I	0.669E-01	I	0.666E-04	I	0.554E-04	I	0.669E-01	I	0.666E-04	I	0.05	I
I	10	I	50.00	I	12.50	I	0.668E-01	I	0.252E-03	I	0.630E-04	I	0.668E-01	I	0.252E-03	I	0.05	I
I	11	I	50.00	I	25.00	I	0.669E-01	I	0.799E-04	I	-0.158E-03	I	0.669E-01	I	0.795E-04	I	-0.14	I
I	12	I	50.00	I	37.50	I	0.665E-01	I	-0.103E-03	I	-0.548E-04	I	0.665E-01	I	-0.103E-03	I	-0.05	I
I	13	I	50.00	I	50.00	I	0.660E-01	I	0.715E-04	I	0.277E-03	I	0.660E-01	I	0.703E-04	I	0.24	I
I	14	I	75.00	I	0.00	I	0.651E-01	I	0.251E-02	I	0.139E-04	I	0.651E-01	I	0.251E-02	I	0.01	I
I	15	I	75.00	I	25.00	I	0.667E-01	I	0.105E-02	I	0.193E-02	I	0.668E-01	I	0.988E-03	I	1.69	I
I	16	I	75.00	I	50.00	I	0.681E-01	I	-0.580E-03	I	-0.412E-03	I	0.681E-01	I	-0.582E-03	I	-0.34	I
I	17	I	100.00	I	0.00	I	0.619E-01	I	0.568E-02	I	0.195E-03	I	0.619E-01	I	0.568E-02	I	0.20	I
I	18	I	100.00	I	12.50	I	0.645E-01	I	0.414E-02	I	0.199E-02	I	0.645E-01	I	0.408E-02	I	1.89	I
I	19	I	100.00	I	25.00	I	0.671E-01	I	0.318E-02	I	0.431E-02	I	0.673E-01	I	0.290E-02	I	3.84	I
I	20	I	100.00	I	37.50	I	0.689E-01	I	0.189E-02	I	0.229E-02	I	0.690E-01	I	0.181E-02	I	1.95	I
I	21	I	100.00	I	50.00	I	0.707E-01	I	0.203E-04	I	-0.246E-03	I	0.707E-01	I	0.194E-04	I	-0.20	I
I	22	I	117.50	I	0.00	I	0.581E-01	I	0.244E-02	I	0.517E-03	I	0.581E-01	I	0.244E-02	I	0.53	I
I	23	I	117.50	I	25.00	I	0.626E-01	I	0.396E-02	I	0.487E-02	I	0.630E-01	I	0.356E-02	I	4.72	I
I	24	I	117.50	I	50.00	I	0.835E-01	I	0.140E-02	I	0.474E-02	I	0.837E-01	I	0.112E-02	I	3.30	I
I	25	I	135.00	I	0.00	I	0.554E-01	I	-0.969E-03	I	0.606E-03	I	0.554E-01	I	-0.996E-03	I	0.62	I
I	26	I	135.00	I	12.50	I	0.565E-01	I	0.227E-02	I	0.159E-02	I	0.566E-01	I	0.222E-02	I	1.68	I
I	27	I	135.00	I	25.00	I	0.544E-01	I	0.608E-02	I	0.197E-02	I	0.545E-01	I	0.600E-02	I	2.33	I
I	28	I	135.00	I	37.50	I	0.849E-01	I	0.962E-02	I	0.998E-02	I	0.862E-01	I	0.832E-02	I	7.42	I
I	29	I	135.00	I	50.00	I	0.119E 00	I	0.126E-01	I	0.186E-01	I	0.122E 00	I	0.943E-02	I	9.66	I
I	30	I	147.50	I	0.00	I	0.545E-01	I	-0.956E-02	I	-0.156E-02	I	0.545E-01	I	-0.960E-02	I	-1.40	I
I	31	I	147.50	I	31.25	I	0.611E-01	I	-0.105E-01	I	0.105E-02	I	0.611E-01	I	-0.105E-01	I	0.84	I
I	32	I	147.50	I	54.00	I	0.633E-01	I	-0.576E-02	I	0.105E-01	I	0.649E-01	I	-0.733E-02	I	8.47	I
I	33	I	160.00	I	0.00	I	0.516E-01	I	-0.202E-01	I	-0.319E-02	I	0.517E-01	I	-0.204E-01	I	-2.54	I
I	34	I	160.00	I	18.75	I	0.598E-01	I	-0.253E-01	I	0.792E-03	I	0.598E-01	I	-0.253E-01	I	0.53	I
I	35	I	160.00	I	37.50	I	0.715E-01	I	-0.329E-01	I	0.478E-02	I	0.717E-01	I	-0.332E-01	I	2.61	I
I	36	I	160.00	I	56.25	I	0.312E-01	I	-0.390E-01	I	-0.101E-02	I	0.312E-01	I	-0.391E-01	I	-0.83	I
I	37	I	160.00	I	75.00	I	-0.387E-01	I	-0.516E-01	I	0.449E-01	I	0.171E-03	I	-0.905E-01	I	-40.91	I
I	38	I	160.00	I	85.00	I	-0.432E-02	I	-0.471E-02	I	-0.205E-02	I	0.515E-02	I	-0.477E-02	I	-77.76	I
I	39	I	160.00	I	95.00	I	0.824E-01	I	0.793E-01	I	0.117E 00	I	0.198E 00	I	-0.361E-01	I	44.63	I
I	40	I	175.00	I	0.00	I	0.491E-01	I	-0.353E-01	I	0.584E-02	I	0.495E-01	I	-0.357E-01	I	3.94	I
I	41	I	175.00	I	37.50	I	0.615E-01	I	-0.414E-01	I	0.726E-02	I	0.620E-01	I	-0.419E-01	I	4.01	I
I	42	I	175.00	I	75.00	I	0.691E-01	I	-0.765E-01	I	0.783E-02	I	0.695E-01	I	-0.770E-01	I	3.07	I
I	43	I	175.00	I	95.00	I	-0.139E 00	I	-0.566E-01	I	-0.102E 00	I	0.121E-01	I	-0.208E 00	I	-56.04	I
I	44	I	190.00	I	0.00	I	0.550E-01	I	-0.356E-01	I	-0.603E-02	I	0.554E-01	I	-0.360E-01	I	-3.79	I
I	45	I	190.00	I	18.75	I	0.501E-01	I	-0.406E-01	I	0.386E-02	I	0.502E-01	I	-0.407E-01	I	2.44	I
I	46	I	190.00	I	37.50	I	0.471E-01	I	-0.416E-01	I	0.173E-01	I	0.504E-01	I	-0.449E-01	I	10.67	I
I	47	I	190.00	I	56.25	I	0.455E-01	I	-0.631E-01	I	0.302E-01	I	0.534E-01	I	-0.709E-01	I	14.56	I
I	48	I	190.00	I	75.00	I	0.260E 00	I	-0.866E-01	I	0.447E-01	I	0.207E 00	I	-0.934E-01	I	8.65	I
I	49	I	190.00	I	85.00	I	-0.258E-01	I	-0.143E 00	I	0.304E-02	I	-0.257E-01	I	-0.143E 00	I	1.49	I
I	50	I	190.00	I	95.00	I	-0.410E 00	I	-0.200E 00	I	-0.437E-01	I	-0.192E 00	I	-0.419E 00	I	-78.69	I



2. HEISPIEL
SCHERENKRAEFTE

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	217.50	I	0.00	I	0.419E-01	I	-0.116E-01	I	C.754E-03	I	0.419E-01	I	-0.116E-01	I	0.81	I
I	52	I	217.50	I	37.50	I	0.244E-01	I	-0.177E-01	I	C.273E-01	I	0.378E-01	I	-0.311E-01	I	26.19	I
I	53	I	217.50	I	75.00	I	0.546E-01	I	-0.143E-01	I	C.624E-01	I	0.914E-01	I	-0.511E-01	I	30.53	I
I	54	I	217.50	I	95.00	I	-0.301E-01	I	-0.550E-01	I	C.705E-01	I	0.290E-01	I	-0.114E-00	I	39.98	I
I	55	I	245.00	I	0.00	I	0.120E-01	I	-0.879E-02	I	C.824E-02	I	0.149E-01	I	-0.117E-01	I	19.21	I
I	56	I	245.00	I	18.75	I	0.971E-02	I	-0.439E-02	I	C.214E-01	I	0.252E-01	I	-0.198E-01	I	35.87	I
I	57	I	245.00	I	37.50	I	0.733E-02	I	-0.995E-03	I	C.333E-01	I	0.367E-01	I	-0.304E-01	I	41.44	I
I	58	I	245.00	I	56.25	I	-0.252E-02	I	0.163E-01	I	C.362E-01	I	0.455E-01	I	-0.298E-01	I	53.01	I
I	59	I	245.00	I	75.00	I	-0.675E-01	I	0.434E-01	I	C.406E-01	I	0.566E-01	I	-0.808E-01	I	71.89	I
I	60	I	245.00	I	85.00	I	0.106E-00	I	0.452E-01	I	C.788E-02	I	0.107E-00	I	0.442E-01	I	7.29	I
I	61	I	245.00	I	95.00	I	0.334E-00	I	0.422E-01	I	-C.252E-01	I	0.336E-00	I	0.401E-01	I	-4.89	I
I	62	I	272.50	I	0.00	I	-0.760E-02	I	-0.789E-02	I	-C.449E-02	I	-0.325E-02	I	-0.122E-01	I	-44.09	I
I	63	I	272.50	I	37.50	I	-0.245E-02	I	0.104E-02	I	C.183E-01	I	0.177E-01	I	-0.191E-01	I	47.72	I
I	64	I	272.50	I	75.00	I	0.224E-01	I	0.143E-01	I	C.143E-01	I	0.333E-01	I	0.348E-02	I	37.13	I
I	65	I	272.50	I	95.00	I	0.206E-00	I	-0.178E-01	I	-C.182E-01	I	0.208E-00	I	-0.192E-01	I	-4.61	I
I	66	I	300.00	I	0.00	I	-0.178E-01	I	0.504E-03	I	C.263E-02	I	0.874E-03	I	-0.182E-01	I	82.00	I
I	67	I	300.00	I	18.75	I	-0.146E-01	I	0.196E-02	I	C.353E-02	I	0.268E-02	I	-0.153E-01	I	78.42	I
I	68	I	300.00	I	37.50	I	-0.123E-01	I	0.637E-02	I	C.583E-02	I	0.805E-02	I	-0.139E-01	I	73.97	I
I	69	I	300.00	I	56.25	I	-0.657E-03	I	0.292E-02	I	C.985E-02	I	0.111E-01	I	-0.888E-02	I	50.15	I
I	70	I	300.00	I	75.00	I	0.607E-01	I	0.119E-01	I	C.102E-01	I	0.628E-01	I	0.982E-02	I	11.36	I
I	71	I	300.00	I	85.00	I	0.143E-00	I	0.302E-01	I	C.165E-01	I	0.145E-00	I	0.278E-01	I	8.17	I
I	72	I	300.00	I	95.00	I	0.176E-00	I	0.331E-01	I	C.250E-01	I	0.180E-00	I	0.288E-01	I	9.65	I
I	73	I	327.50	I	0.00	I	-0.156E-01	I	-0.270E-01	I	C.102E-02	I	-0.155E-01	I	-0.271E-01	I	5.10	I
I	74	I	327.50	I	37.50	I	-0.146E-01	I	-0.229E-01	I	-C.251E-02	I	-0.139E-01	I	-0.236E-01	I	-15.63	I
I	75	I	327.50	I	75.00	I	0.185E-01	I	-0.105E-01	I	C.138E-01	I	0.240E-01	I	-0.160E-01	I	21.83	I
I	76	I	327.50	I	95.00	I	0.270E-00	I	-0.143E-01	I	-C.674E-03	I	0.270E-00	I	-0.143E-01	I	-0.14	I
I	77	I	355.00	I	0.00	I	-0.110E-01	I	-0.587E-01	I	-C.951E-03	I	-0.110E-01	I	-0.587E-01	I	-1.14	I
I	78	I	355.00	I	18.75	I	-0.115E-01	I	-0.545E-01	I	-C.848E-02	I	-0.991E-02	I	-0.561E-01	I	-10.77	I
I	79	I	355.00	I	37.50	I	-0.127E-01	I	-0.547E-01	I	-C.175E-01	I	-0.633E-02	I	-0.610E-01	I	-19.93	I
I	80	I	355.00	I	56.25	I	-0.183E-01	I	-0.286E-01	I	-C.195E-01	I	-0.328E-02	I	-0.436E-01	I	-37.56	I
I	81	I	355.00	I	75.00	I	-0.936E-01	I	0.392E-02	I	-C.208E-01	I	0.819E-02	I	-0.978E-01	I	-78.42	I
I	82	I	355.00	I	85.00	I	0.167E-00	I	0.500E-01	I	C.297E-01	I	0.174E-00	I	0.429E-01	I	13.48	I
I	83	I	355.00	I	95.00	I	0.498E-00	I	0.941E-01	I	C.813E-01	I	0.514E-00	I	0.784E-01	I	10.97	I
I	84	I	382.50	I	0.00	I	-0.255E-02	I	-0.106E-00	I	0.655E-03	I	-0.254E-02	I	-0.106E-00	I	0.36	I
I	85	I	382.50	I	37.50	I	0.576E-02	I	-0.106E-00	I	-C.131E-01	I	0.727E-02	I	-0.108E-00	I	-6.58	I
I	86	I	382.50	I	75.00	I	0.583E-01	I	-0.105E-00	I	-C.534E-01	I	0.742E-01	I	-0.121E-00	I	-16.56	I
I	87	I	382.50	I	95.00	I	0.105E-00	I	-0.817E-01	I	-C.103E-00	I	0.151E-00	I	-0.128E-00	I	-23.96	I
I	88	I	410.00	I	0.00	I	0.296E-02	I	-0.144E-00	I	C.194E-02	I	0.299E-02	I	-0.144E-00	I	0.76	I
I	89	I	410.00	I	18.75	I	0.767E-02	I	-0.152E-00	I	C.335E-02	I	0.774E-02	I	-0.152E-00	I	1.20	I
I	90	I	410.00	I	37.50	I	0.169E-01	I	-0.160E-00	I	C.415E-02	I	0.170E-01	I	-0.160E-00	I	1.34	I
I	91	I	410.00	I	56.25	I	0.406E-01	I	-0.208E-00	I	-C.970E-02	I	0.410E-01	I	-0.208E-00	I	-2.23	I
I	92	I	410.00	I	75.00	I	0.355E-00	I	-0.244E-00	I	-C.401E-01	I	0.358E-00	I	-0.247E-00	I	-3.81	I
I	93	I	410.00	I	85.00	I	-0.210E-01	I	-0.371E-00	I	C.355E-01	I	-0.175E-01	I	-0.375E-00	I	5.74	I
I	94	I	410.00	I	95.00	I	-0.693E-00	I	-0.510E-00	I	C.128E-00	I	-0.444E-00	I	-0.759E-00	I	62.74	I
I	95	I	430.00	I	0.00	I	-0.392E-02	I	-0.173E-00	I	-C.138E-02	I	-0.391E-02	I	-0.173E-00	I	-0.47	I
I	96	I	430.00	I	37.50	I	0.180E-01	I	-0.176E-00	I	C.890E-02	I	0.184E-01	I	-0.176E-00	I	2.62	I
I	97	I	430.00	I	75.00	I	0.117E-00	I	-0.160E-00	I	C.273E-01	I	0.120E-00	I	-0.163E-00	I	5.57	I
I	98	I	430.00	I	95.00	I	-0.297E-00	I	-0.150E-00	I	C.221E-00	I	0.935E-02	I	-0.457E-00	I	54.20	I
I	99	I	450.00	I	0.00	I	-0.937E-02	I	-0.207E-00	I	-C.410E-02	I	-0.929E-02	I	-0.207E-00	I	-1.19	I
I	100	I	450.00	I	18.75	I	0.115E-02	I	-0.199E-00	I	-C.353E-02	I	0.121E-02	I	-0.199E-00	I	-1.01	I

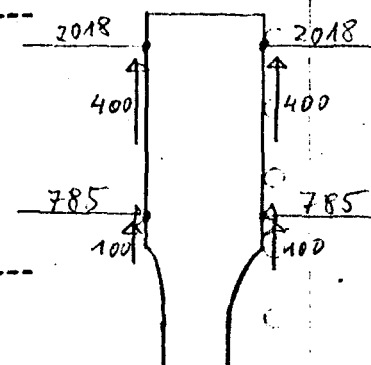
2. BEIWEIL
SCHERENKRAEFTE

SEITE 3

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	101	I	450.00	I	37.50	I	0.200E-01	I	-0.187E 00	I	0.222E-04	I	0.200E-01	I	-0.187E 00	I	0.01	I
I	102	I	450.00	I	56.25	I	-0.724E-02	I	-0.132E 00	I	0.401E-01	I	0.453E-02	I	-0.144E 00	I	16.34	I
I	103	I	450.00	I	75.00	I	-0.180E 00	I	-0.101E 00	I	0.139E 00	I	0.426E-02	I	-0.285E 00	I	52.89	I
I	104	I	450.00	I	85.00	I	0.101E-01	I	0.644E-01	I	-0.562E-01	I	0.996E-01	I	-0.252E-01	I	-57.89	I
I	105	I	450.00	I	95.00	I	0.337E 00	I	0.251E 00	I	-0.314E 00	I	0.611E 00	I	-0.226E-01	I	-41.10	I

PRÜFKÖRPER 3 LASTFALL 3 ELEMENTEINTEILUNG SIEHE 3.2

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	1	I	0.00	I	0.00	I	0.678E-01	I	-0.336E-03	I	-0.246E-03	I	0.678E-01	I	-0.337E-03	I	-0.21	I
I	2	I	0.00	I	12.50	I	0.675E-01	I	-0.412E-03	I	-0.249E-03	I	0.675E-01	I	-0.413E-03	I	-0.21	I
I	3	I	0.00	I	25.00	I	0.672E-01	I	-0.686E-03	I	-0.423E-03	I	0.673E-01	I	-0.689E-03	I	-0.36	I
I	4	I	0.00	I	37.50	I	0.659E-01	I	-0.417E-03	I	-0.734E-03	I	0.659E-01	I	-0.426E-03	I	-0.63	I
I	5	I	0.00	I	50.00	I	0.643E-01	I	0.494E-04	I	-0.875E-03	I	0.644E-01	I	0.375E-04	I	-0.78	I
I	6	I	30.00	I	0.00	I	0.658E-01	I	0.210E-02	I	0.319E-05	I	0.658E-01	I	0.210E-02	I	0.00	I
I	7	I	30.00	I	25.00	I	0.667E-01	I	0.133E-02	I	0.139E-02	I	0.668E-01	I	0.130E-02	I	1.22	I
I	8	I	30.00	I	50.00	I	0.674E-01	I	-0.170E-03	I	0.971E-04	I	0.674E-01	I	-0.170E-03	I	0.08	I
I	9	I	60.00	I	0.00	I	0.634E-01	I	0.498E-02	I	0.314E-03	I	0.634E-01	I	0.498E-02	I	0.31	I
I	10	I	60.00	I	12.50	I	0.646E-01	I	0.434E-02	I	0.167E-02	I	0.647E-01	I	0.429E-02	I	1.58	I
I	11	I	60.00	I	25.00	I	0.659E-01	I	0.364E-02	I	0.344E-02	I	0.660E-01	I	0.345E-02	I	3.15	I
I	12	I	60.00	I	37.50	I	0.690E-01	I	0.189E-02	I	0.259E-02	I	0.691E-01	I	0.179E-02	I	2.21	I
I	13	I	60.00	I	50.00	I	0.722E-01	I	0.182E-03	I	0.133E-02	I	0.723E-01	I	0.158E-03	I	1.05	I
I	14	I	72.50	I	0.00	I	0.604E-01	I	0.650E-02	I	0.204E-03	I	0.604E-01	I	0.650E-02	I	0.22	I
I	15	I	72.50	I	26.56	I	0.640E-01	I	0.531E-02	I	0.493E-02	I	0.644E-01	I	0.489E-02	I	4.77	I
I	16	I	72.50	I	50.40	I	0.762E-01	I	0.128E-02	I	0.561E-02	I	0.767E-01	I	0.862E-03	I	4.25	I
I	17	I	85.00	I	0.00	I	0.576E-01	I	0.776E-02	I	0.404E-04	I	0.576E-01	I	0.776E-02	I	0.05	I
I	18	I	85.00	I	14.06	I	0.602E-01	I	0.727E-02	I	0.320E-02	I	0.604E-01	I	0.707E-02	I	3.44	I
I	19	I	85.00	I	28.12	I	0.627E-01	I	0.683E-02	I	0.633E-02	I	0.634E-01	I	0.612E-02	I	6.39	I
I	20	I	85.00	I	39.85	I	0.705E-01	I	0.434E-02	I	0.810E-02	I	0.715E-01	I	0.336E-02	I	6.88	I
I	21	I	85.00	I	51.60	I	0.785E-01	I	0.181E-02	I	0.989E-02	I	0.797E-01	I	0.550E-03	I	7.24	I
I	22	I	97.50	I	0.00	I	0.547E-01	I	0.640E-02	I	-0.543E-05	I	0.547E-01	I	0.640E-02	I	-0.01	I
I	23	I	97.50	I	29.69	I	0.599E-01	I	0.675E-02	I	0.711E-02	I	0.608E-01	I	0.582E-02	I	7.49	I
I	24	I	97.50	I	53.50	I	0.765E-01	I	0.268E-02	I	0.143E-01	I	0.792E-01	I	0.175E-04	I	10.57	I
I	25	I	110.00	I	0.00	I	0.516E-01	I	0.504E-02	I	-0.147E-03	I	0.516E-01	I	0.504E-02	I	-0.18	I
I	26	I	110.00	I	15.62	I	0.544E-01	I	0.538E-02	I	0.377E-02	I	0.547E-01	I	0.509E-02	I	4.38	I
I	27	I	110.00	I	31.25	I	0.567E-01	I	0.676E-02	I	0.777E-02	I	0.579E-01	I	0.558E-02	I	8.65	I
I	28	I	110.00	I	43.75	I	0.658E-01	I	0.607E-02	I	0.134E-01	I	0.687E-01	I	0.320E-02	I	12.10	I
I	29	I	110.00	I	56.25	I	0.754E-01	I	0.435E-02	I	0.190E-01	I	0.802E-01	I	-0.408E-03	I	14.06	I
I	30	I	122.50	I	0.00	I	0.500E-01	I	-0.179E-02	I	-0.512E-03	I	0.500E-01	I	-0.179E-02	I	-0.57	I
I	31	I	122.50	I	32.81	I	0.528E-01	I	0.141E-02	I	0.577E-02	I	0.534E-01	I	0.769E-03	I	6.34	I
I	32	I	122.50	I	59.70	I	0.692E-01	I	0.855E-02	I	0.208E-01	I	0.757E-01	I	0.208E-02	I	17.24	I
I	33	I	135.00	I	0.00	I	0.492E-01	I	-0.903E-02	I	-0.588E-03	I	0.492E-01	I	-0.901E-02	I	-0.58	I
I	34	I	135.00	I	17.37	I	0.494E-01	I	-0.582E-02	I	0.108E-02	I	0.494E-01	I	-0.584E-02	I	1.12	I
I	35	I	135.00	I	34.75	I	0.480E-01	I	-0.321E-02	I	0.237E-02	I	0.481E-01	I	-0.332E-02	I	2.64	I
I	36	I	135.00	I	49.42	I	0.551E-01	I	0.537E-02	I	0.133E-01	I	0.584E-01	I	0.206E-02	I	14.02	I
I	37	I	135.00	I	64.10	I	0.637E-01	I	0.145E-01	I	0.245E-01	I	0.739E-01	I	0.439E-02	I	22.45	I
I	38	I	147.50	I	0.00	I	0.493E-01	I	-0.181E-01	I	-0.315E-03	I	0.493E-01	I	-0.181E-01	I	-0.27	I
I	39	I	147.50	I	35.09	I	0.476E-01	I	-0.163E-01	I	-0.728E-03	I	0.476E-01	I	-0.163E-01	I	-0.65	I
I	40	I	147.50	I	69.00	I	0.487E-01	I	-0.168E-02	I	0.154E-01	I	0.530E-01	I	-0.603E-02	I	15.74	I
I	41	I	160.00	I	0.00	I	0.474E-01	I	-0.277E-01	I	0.457E-04	I	0.474E-01	I	-0.277E-01	I	0.03	I
I	42	I	160.00	I	18.75	I	0.501E-01	I	-0.297E-01	I	0.877E-03	I	0.501E-01	I	-0.297E-01	I	0.63	I
I	43	I	160.00	I	37.50	I	0.543E-01	I	-0.331E-01	I	-0.143E-02	I	0.544E-01	I	-0.331E-01	I	-0.93	I
I	44	I	160.00	I	56.25	I	0.362E-01	I	-0.328E-01	I	-0.305E-02	I	0.364E-01	I	-0.329E-01	I	-2.53	I
I	45	I	160.00	I	75.00	I	-0.358E-02	I	-0.420E-01	I	-0.325E-01	I	0.150E-01	I	-0.606E-01	I	-29.70	I
I	46	I	160.00	I	85.00	I	0.860E-02	I	0.119E-01	I	0.693E-02	I	0.173E-01	I	0.311E-02	I	51.61	I
I	47	I	160.00	I	95.00	I	0.609E-01	I	0.875E-01	I	0.108E-00	I	0.183E-00	I	-0.349E-01	I	48.50	I
I	48	I	175.00	I	0.00	I	0.470E-01	I	-0.362E-01	I	0.227E-03	I	0.470E-01	I	-0.362E-01	I	0.16	I
I	49	I	175.00	I	37.50	I	0.510E-01	I	-0.456E-01	I	0.506E-02	I	0.512E-01	I	-0.459E-01	I	2.99	I
I	50	I	175.00	I	75.00	I	0.838E-01	I	-0.723E-01	I	0.124E-01	I	0.848E-01	I	-0.733E-01	I	4.51	I



I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	175.00	I	95.00	I	-0.135E 00	I	-0.623E-01	I	-0.101E 00	I	0.851E-02	I	-0.206E 00	I	-54.90	I
I	52	I	190.00	I	0.00	I	0.467E-01	I	-0.452E-01	I	-0.298E-03	I	0.467E-01	I	-0.452E-01	I	-0.19	I
I	53	I	190.00	I	18.75	I	0.435E-01	I	-0.505E-01	I	-0.678E-02	I	0.440E-01	I	-0.509E-01	I	4.11	I
I	54	I	190.00	I	37.50	I	0.432E-01	I	-0.553E-01	I	0.169E-01	I	0.454E-01	I	-0.575E-01	I	8.41	I
I	55	I	190.00	I	56.25	I	0.424E-01	I	-0.746E-01	I	0.253E-01	I	0.476E-01	I	-0.798E-01	I	11.71	I
I	56	I	190.00	I	75.00	I	0.184E 00	I	-0.878E-01	I	0.421E-01	I	0.191E 00	I	-0.941E-01	I	8.59	I
I	57	I	190.00	I	85.00	I	-0.973E-02	I	-0.145E 00	I	0.992E-02	I	-0.900E-02	I	-0.145E 00	I	4.18	I
I	58	I	190.00	I	95.00	I	-0.350E 00	I	-0.208E 00	I	-0.295E-01	I	-0.202E 00	I	-0.355E 00	I	-78.67	I
I	59	I	217.50	I	0.00	I	0.301E-01	I	-0.392E-01	I	-0.145E-03	I	0.301E-01	I	-0.392E-01	I	-0.12	I
I	60	I	217.50	I	37.50	I	0.286E-01	I	-0.421E-01	I	0.223E-01	I	0.350E-01	I	-0.485E-01	I	16.11	I
I	61	I	217.50	I	75.00	I	0.624E-01	I	-0.405E-01	I	0.478E-01	I	0.812E-01	I	-0.593E-01	I	21.45	I
I	62	I	217.50	I	95.00	I	-0.397E-01	I	-0.473E-01	I	0.574E-01	I	0.140E-01	I	-0.101E 00	I	43.12	I
I	63	I	245.00	I	0.00	I	0.127E-01	I	-0.279E-01	I	0.415E-03	I	0.127E-01	I	-0.280E-01	I	0.59	I
I	64	I	245.00	I	18.75	I	0.116E-01	I	-0.263E-01	I	0.133E-01	I	0.158E-01	I	-0.305E-01	I	17.52	I
I	65	I	245.00	I	37.50	I	0.102E-01	I	-0.266E-01	I	0.269E-01	I	0.243E-01	I	-0.407E-01	I	27.82	I
I	66	I	245.00	I	56.25	I	0.257E-02	I	-0.160E-01	I	0.322E-01	I	0.268E-01	I	-0.402E-01	I	36.98	I
I	67	I	245.00	I	75.00	I	-0.177E-01	I	-0.371E-02	I	0.373E-01	I	0.272E-01	I	-0.486E-01	I	50.31	I
I	68	I	245.00	I	85.00	I	0.942E-01	I	0.246E-01	I	0.548E-02	I	0.947E-01	I	0.242E-01	I	4.47	I
I	69	I	245.00	I	95.00	I	0.219E 00	I	0.532E-01	I	-0.267E-01	I	0.223E 00	I	0.490E-01	I	-8.92	I
I	70	I	272.50	I	0.00	I	-0.224E-02	I	-0.178E-01	I	0.902E-04	I	-0.224E-02	I	-0.178E-01	I	0.33	I
I	71	I	272.50	I	37.50	I	-0.300E-02	I	-0.130E-01	I	0.176E-01	I	0.103E-01	I	-0.262E-01	I	37.08	I
I	72	I	272.50	I	75.00	I	0.285E-01	I	-0.868E-02	I	0.251E-01	I	0.411E-01	I	-0.213E-01	I	26.72	I
I	73	I	272.50	I	95.00	I	0.188E 00	I	-0.929E-02	I	-0.410E-02	I	0.188E 00	I	-0.938E-02	I	-1.19	I
I	74	I	300.00	I	0.00	I	-0.167E-01	I	-0.102E-01	I	0.719E-04	I	-0.102E-01	I	-0.167E-01	I	89.37	I
I	75	I	300.00	I	18.75	I	-0.147E-01	I	-0.719E-02	I	0.559E-02	I	-0.422E-02	I	-0.177E-01	I	61.99	I
I	76	I	300.00	I	37.50	I	-0.131E-01	I	-0.812E-03	I	0.117E-01	I	0.624E-02	I	-0.202E-01	I	58.88	I
I	77	I	300.00	I	56.25	I	-0.385E-02	I	-0.350E-03	I	0.143E-01	I	0.123E-01	I	-0.165E-01	I	48.50	I
I	78	I	300.00	I	75.00	I	0.369E-01	I	0.145E-01	I	0.117E-01	I	0.419E-01	I	0.949E-02	I	23.18	I
I	79	I	300.00	I	85.00	I	0.148E 00	I	0.308E-01	I	0.124E-01	I	0.150E 00	I	0.295E-01	I	5.96	I
I	80	I	300.00	I	95.00	I	0.229E 00	I	0.294E-01	I	0.176E-01	I	0.230E 00	I	0.278E-01	I	5.01	I
I	81	I	327.50	I	0.00	I	-0.165E-01	I	-0.317E-01	I	0.184E-03	I	-0.165E-01	I	-0.317E-01	I	0.69	I
I	82	I	327.50	I	37.50	I	-0.165E-01	I	-0.264E-01	I	-0.107E-02	I	-0.164E-01	I	-0.265E-01	I	-6.13	I
I	83	I	327.50	I	75.00	I	0.141E-01	I	-0.833E-02	I	0.138E-01	I	0.207E-01	I	-0.149E-01	I	25.48	I
I	84	I	327.50	I	95.00	I	0.288E 00	I	-0.192E-01	I	-0.221E-02	I	0.288E 00	I	-0.192E-01	I	-0.41	I
I	85	I	355.00	I	0.00	I	-0.127E-01	I	-0.597E-01	I	-0.288E-03	I	-0.127E-01	I	-0.597E-01	I	-0.35	I
I	86	I	355.00	I	18.75	I	-0.132E-01	I	-0.555E-01	I	-0.857E-02	I	-0.115E-01	I	-0.571E-01	I	-11.04	I
I	87	I	355.00	I	37.50	I	-0.145E-01	I	-0.550E-01	I	-0.181E-01	I	-0.755E-02	I	-0.619E-01	I	-20.91	I
I	88	I	355.00	I	56.25	I	-0.194E-01	I	-0.284E-01	I	-0.205E-01	I	-0.296E-02	I	-0.449E-01	I	-38.79	I
I	89	I	355.00	I	75.00	I	-0.947E-01	I	0.218E-02	I	-0.232E-01	I	0.743E-02	I	-0.100E 00	I	-77.22	I
I	90	I	355.00	I	85.00	I	0.172E 00	I	0.503E-01	I	0.282E-01	I	0.178E 00	I	0.441E-01	I	12.48	I
I	91	I	355.00	I	95.00	I	0.509E 00	I	0.982E-01	I	0.812E-01	I	0.524E 00	I	0.827E-01	I	10.78	I
I	92	I	382.50	I	0.00	I	-0.362E-02	I	-0.106E 00	I	0.873E-03	I	-0.362E-02	I	-0.106E 00	I	0.49	I
I	93	I	382.50	I	37.50	I	0.473E-02	I	-0.106E 00	I	-0.139E-01	I	0.644E-02	I	-0.108E 00	I	-7.04	I
I	94	I	382.50	I	75.00	I	0.583E-01	I	-0.106E 00	I	-0.549E-01	I	0.750E-01	I	-0.122E 00	I	-16.90	I
I	95	I	382.50	I	95.00	I	0.110E 00	I	-0.806E-01	I	-0.103E 00	I	0.156E 00	I	-0.126E 00	I	-23.66	I
I	96	I	410.00	I	0.00	I	0.237E-02	I	-0.143E 00	I	0.175E-02	I	0.239E-02	I	-0.143E 00	I	0.69	I
I	97	I	410.00	I	18.75	I	0.717E-02	I	-0.151E 00	I	0.286E-02	I	0.722E-02	I	-0.151E 00	I	1.04	I
I	98	I	410.00	I	37.50	I	0.165E-01	I	-0.159E 00	I	0.326E-02	I	0.166E-01	I	-0.159E 00	I	1.06	I
I	99	I	410.00	I	56.25	I	0.405E-01	I	-0.207E 00	I	-0.108E-01	I	0.409E-01	I	-0.208E 00	I	-2.48	I
I	100	I	410.00	I	75.00	I	0.356E 00	I	-0.243E 00	I	-0.412E-01	I	0.359E 00	I	-0.246E 00	I	-3.91	I

SCHEIBE 0.45*0.075:0.05> M
SCHERENKRAEFTE

SI

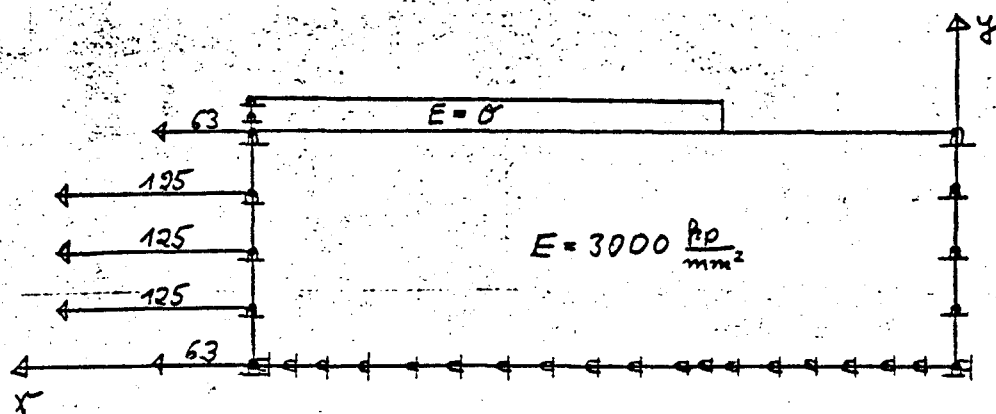
I	KN-NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	101	I	410.00	I	85.00	I	-0.200E-01	I	-0.371E 00	I	0.348E-01	I	-0.166E-01	I	-0.374E 00	I	5.61	I
I	102	I	410.00	I	95.00	I	-0.692E 00	I	-0.511E 00	I	0.128E 00	I	-0.445E 00	I	-0.758E 00	I	62.66	I
I	103	I	430.00	I	0.00	I	-0.412E-02	I	-0.172E 00	I	-0.143E-02	I	-0.411E-02	I	-0.172E 00	I	-0.49	I
I	104	I	430.00	I	37.50	I	0.178E-01	I	-0.175E 00	I	0.841E-02	I	0.181E-01	I	-0.175E 00	I	2.50	I
I	105	I	430.00	I	75.00	I	0.117E 00	I	-0.159E 00	I	0.267E-01	I	0.120E 00	I	-0.162E 00	I	5.45	I
I	106	I	430.00	I	95.00	I	-0.297E 00	I	-0.150E 00	I	0.221E 00	I	0.916E-02	I	-0.457E 00	I	54.19	I
I	107	I	450.00	I	0.00	I	-0.930E-02	I	-0.205E 00	I	-0.403E-02	I	-0.921E-02	I	-0.205E 00	I	-1.18	I
I	108	I	450.00	I	18.75	I	0.123E-02	I	-0.196E 00	I	-0.355E-02	I	0.129E-02	I	-0.196E 00	I	-1.03	I
I	109	I	450.00	I	37.50	I	0.200E-01	I	-0.185E 00	I	-0.834E-04	I	0.200E-01	I	-0.185E 00	I	-0.02	I
I	110	I	450.00	I	56.25	I	-0.724E-02	I	-0.131E 00	I	0.399E-01	I	0.450E-02	I	-0.143E 00	I	16.38	I
I	111	I	450.00	I	75.00	I	-0.180E 00	I	-0.101E 00	I	0.139E 00	I	0.407E-02	I	-0.285E 00	I	52.86	I
I	112	I	450.00	I	85.00	I	0.994E-02	I	0.643E-01	I	-0.561E-01	I	0.994E-01	I	-0.252E-01	I	-57.93	I
I	113	I	450.00	I	95.00	I	0.336E 00	I	0.251E 00	I	-0.313E 00	I	0.610E 00	I	-0.224E-01	I	-41.14	I

3.3.2. Lasteintragungs-Konstruktion mit Klebeverbund

Es wird dieselbe Elemententeilung je Prüfkörper gewählt wie bei der Zange. (siehe 3.3.1.)

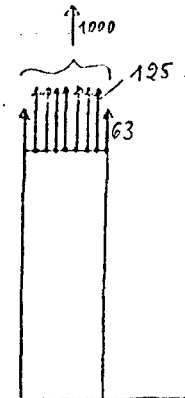
Der E-Modul der Stahlplatte wird zu Null gesetzt. Die Klebeverbindung wird dadurch simuliert, daß die Elementpunkte an der Stirnseite des Prüfkörpers in y-Richtung festgehalten werden. Die Zugkraft $Z = 1000 \text{ kp}$ wird anteilmäßig auf die Elementpunkte verteilt. Damit ergibt sich folgendes Eingabebild je Prüfkörper:

(Elemententeilung siehe S. 3.3.1)



PRÜFKÖRPER 1 KLEBEVERBINDUNG

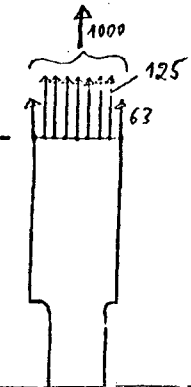
I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	1	I	0.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	0.264E-07	I	-0.425E-08	I	0.445E-01	I	0.264E-07	I	-0.00	I
I	2	I	0.00	I	18.75	I	0.445E-01	I	0.724E-07	I	-0.253E-07	I	0.445E-01	I	0.724E-07	I	-0.00	I
I	3	I	0.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	0.851E-07	I	-0.420E-07	I	0.445E-01	I	0.851E-07	I	-0.00	I
I	4	I	0.00	I	56.25	I	0.445E-01	I	0.103E-06	I	0.126E-07	I	0.445E-01	I	0.103E-06	I	0.00	I
I	5	I	0.00	I	75.00	I	0.445E-01	I	0.154E-06	I	0.628E-07	I	0.445E-01	I	0.154E-06	I	0.00	I
I	6	I	30.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	0.135E-06	I	-0.160E-06	I	0.445E-01	I	0.135E-06	I	-0.00	I
I	7	I	30.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	0.639E-07	I	-0.115E-07	I	0.445E-01	I	0.639E-07	I	-0.00	I
I	8	I	30.00	I	75.00	I	0.445E-01	I	0.393E-08	I	0.278E-06	I	0.445E-01	I	0.393E-08	I	0.00	I
I	9	I	60.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	0.233E-06	I	-0.339E-06	I	0.445E-01	I	0.233E-06	I	-0.00	I
I	10	I	60.00	I	18.75	I	0.445E-01	I	0.748E-07	I	0.734E-07	I	0.445E-01	I	0.748E-07	I	0.00	I
I	11	I	60.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	-0.254E-07	I	0.176E-07	I	0.445E-01	I	-0.254E-07	I	0.00	I
I	12	I	60.00	I	56.25	I	0.445E-01	I	-0.147E-06	I	-0.140E-07	I	0.445E-01	I	-0.147E-06	I	-0.00	I
I	13	I	60.00	I	75.00	I	0.445E-01	I	-0.326E-06	I	0.422E-06	I	0.445E-01	I	-0.326E-06	I	0.00	I
I	14	I	85.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	0.465E-06	I	0.621E-06	I	0.445E-01	I	0.465E-06	I	0.00	I
I	15	I	85.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	0.177E-06	I	0.632E-06	I	0.445E-01	I	0.177E-06	I	0.00	I
I	16	I	85.00	I	75.00	I	0.445E-01	I	-0.174E-06	I	-0.818E-06	I	0.445E-01	I	-0.174E-06	I	-0.00	I
I	17	I	110.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	0.794E-06	I	0.157E-05	I	0.445E-01	I	0.794E-06	I	0.00	I
I	18	I	110.00	I	18.75	I	0.445E-01	I	0.885E-06	I	0.232E-06	I	0.445E-01	I	0.885E-06	I	0.00	I
I	19	I	110.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	0.892E-06	I	0.921E-06	I	0.445E-01	I	0.892E-06	I	0.00	I
I	20	I	110.00	I	56.25	I	0.445E-01	I	0.108E-05	I	0.847E-06	I	0.445E-01	I	0.108E-05	I	0.00	I
I	21	I	110.00	I	75.00	I	0.445E-01	I	0.134E-05	I	-0.125E-05	I	0.445E-01	I	0.134E-05	I	-0.00	I
I	22	I	135.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	0.953E-06	I	-0.189E-05	I	0.445E-01	I	0.953E-06	I	-0.00	I
I	23	I	135.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	0.394E-06	I	0.589E-06	I	0.445E-01	I	0.394E-06	I	0.00	I
I	24	I	135.00	I	75.00	I	0.445E-01	I	0.136E-06	I	0.278E-05	I	0.445E-01	I	0.136E-06	I	0.00	I
I	25	I	160.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	0.136E-05	I	-0.548E-05	I	0.445E-01	I	0.136E-05	I	-0.01	I
I	26	I	160.00	I	18.75	I	0.445E-01	I	0.156E-06	I	0.160E-05	I	0.445E-01	I	0.156E-06	I	0.00	I
I	27	I	160.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	-0.153E-05	I	0.143E-05	I	0.445E-01	I	-0.153E-05	I	0.00	I
I	28	I	160.00	I	56.25	I	0.445E-01	I	-0.382E-05	I	-0.602E-06	I	0.445E-01	I	-0.382E-05	I	-0.00	I
I	29	I	160.00	I	75.00	I	0.297E-01	I	-0.372E-05	I	0.312E-05	I	0.297E-01	I	-0.372E-05	I	0.01	I
I	30	I	160.00	I	85.00	I	0.443E-07	I	0.386E-07	I	0.447E-07	I	0.443E-07	I	0.386E-07	I	0.00	I
I	31	I	160.00	I	95.00	I	-0.751E-07	I	-0.788E-08	I	-0.370E-07	I	-0.751E-07	I	-0.788E-08	I	0.00	I
I	32	I	175.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	-0.180E-05	I	0.958E-05	I	0.445E-01	I	-0.180E-05	I	0.01	I
I	33	I	175.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	-0.347E-06	I	0.523E-05	I	0.445E-01	I	-0.347E-06	I	0.01	I
I	34	I	175.00	I	75.00	I	0.223E-01	I	-0.260E-05	I	-0.669E-05	I	0.223E-01	I	-0.260E-05	I	-0.02	I
I	35	I	175.00	I	95.00	I	0.156E-07	I	-0.889E-08	I	-0.272E-08	I	0.156E-07	I	-0.889E-08	I	0.00	I
I	36	I	190.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	-0.226E-05	I	0.260E-04	I	0.445E-01	I	-0.226E-05	I	0.03	I
I	37	I	190.00	I	18.75	I	0.445E-01	I	0.393E-05	I	0.115E-05	I	0.445E-01	I	0.393E-05	I	0.00	I
I	38	I	190.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	0.711E-05	I	0.978E-05	I	0.445E-01	I	0.711E-05	I	0.01	I
I	39	I	190.00	I	56.25	I	0.445E-01	I	0.659E-05	I	0.813E-05	I	0.445E-01	I	0.659E-05	I	0.01	I
I	40	I	190.00	I	75.00	I	0.223E-01	I	0.452E-05	I	-0.135E-04	I	0.223E-01	I	0.451E-05	I	-0.03	I
I	41	I	190.00	I	85.00	I	0.118E-06	I	-0.166E-07	I	0.210E-07	I	0.121E-06	I	-0.198E-07	I	8.66	I
I	42	I	190.00	I	95.00	I	0.104E-06	I	0.294E-08	I	0.172E-07	I	0.107E-06	I	0.968E-10	I	9.40	I
I	43	I	217.50	I	0.00	I	0.445E-01	I	-0.179E-04	I	-0.261E-04	I	0.445E-01	I	-0.179E-04	I	-0.03	I
I	44	I	217.50	I	37.50	I	0.445E-01	I	-0.845E-05	I	-0.151E-04	I	0.445E-01	I	-0.846E-05	I	-0.02	I
I	45	I	217.50	I	75.00	I	0.223E-01	I	0.610E-05	I	0.169E-04	I	0.223E-01	I	0.609E-05	I	0.04	I
I	46	I	217.50	I	95.00	I	0.129E-06	I	0.568E-08	I	0.165E-08	I	0.129E-06	I	0.566E-08	I	0.77	I
I	47	I	245.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	-0.382E-04	I	-0.771E-04	I	0.445E-01	I	-0.383E-04	I	-0.10	I
I	48	I	245.00	I	18.75	I	0.445E-01	I	-0.419E-04	I	-0.782E-05	I	0.445E-01	I	-0.419E-04	I	-0.01	I
I	49	I	245.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	-0.420E-04	I	-0.312E-04	I	0.445E-01	I	-0.421E-04	I	-0.04	I
I	50	I	245.00	I	56.25	I	0.445E-01	I	-0.335E-04	I	-0.227E-04	I	0.445E-01	I	-0.335E-04	I	-0.03	I



I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	245.00	I	75.00	I	0.223E-01	I	-0.143E-04	I	-0.392E-04	I	0.223E-01	I	-0.143E-04	I	0.10	I
I	52	I	245.00	I	85.00	I	0.149E-06	I	-0.707E-09	I	-0.416E-09	I	0.149E-06	I	-0.708E-09	I	-0.16	I
I	53	I	245.00	I	95.00	I	0.150E-06	I	-0.402E-08	I	-0.689E-10	I	0.150E-06	I	-0.402E-08	I	-0.03	I
I	54	I	272.50	I	0.00	I	0.446E-01	I	-0.123E-03	I	-0.907E-04	I	0.446E-01	I	-0.123E-03	I	0.12	I
I	55	I	272.50	I	37.50	I	0.445E-01	I	-0.607E-04	I	-0.511E-04	I	0.445E-01	I	-0.608E-04	I	-0.07	I
I	56	I	272.50	I	75.00	I	0.222E-01	I	-0.157E-04	I	-0.683E-04	I	0.222E-01	I	-0.159E-04	I	-0.18	I
I	57	I	272.50	I	95.00	I	0.146E-06	I	-0.820E-09	I	-0.385E-09	I	0.146E-06	I	-0.821E-09	I	-0.15	I
I	58	I	300.00	I	0.00	I	0.447E-01	I	-0.216E-03	I	-0.269E-03	I	0.447E-01	I	-0.217E-03	I	0.34	I
I	59	I	300.00	I	18.75	I	0.446E-01	I	-0.136E-03	I	-0.757E-04	I	0.446E-01	I	-0.136E-03	I	-0.10	I
I	60	I	300.00	I	37.50	I	0.445E-01	I	-0.395E-04	I	-0.877E-04	I	0.445E-01	I	-0.397E-04	I	-0.11	I
I	61	I	300.00	I	56.25	I	0.445E-01	I	0.386E-04	I	-0.314E-04	I	0.445E-01	I	0.386E-04	I	-0.04	I
I	62	I	300.00	I	75.00	I	0.222E-01	I	0.501E-04	I	-0.154E-03	I	0.223E-01	I	0.490E-04	I	-0.40	I
I	63	I	300.00	I	85.00	I	0.148E-06	I	-0.246E-09	I	-0.328E-09	I	0.148E-06	I	-0.247E-09	I	0.13	I
I	64	I	300.00	I	95.00	I	0.149E-06	I	0.244E-08	I	-0.545E-09	I	0.149E-06	I	0.244E-08	I	-0.21	I
I	65	I	327.50	I	0.00	I	0.450E-01	I	-0.358E-03	I	-0.415E-03	I	0.450E-01	I	-0.362E-03	I	-0.52	I
I	66	I	327.50	I	37.50	I	0.445E-01	I	-0.166E-03	I	-0.460E-03	I	0.445E-01	I	-0.171E-03	I	-0.59	I
I	67	I	327.50	I	75.00	I	0.220E-01	I	0.937E-04	I	-0.197E-03	I	0.220E-01	I	0.919E-04	I	0.52	I
I	68	I	327.50	I	95.00	I	0.144E-06	I	-0.107E-08	I	-0.765E-09	I	0.144E-06	I	-0.107E-08	I	0.30	I
I	69	I	355.00	I	0.00	I	0.456E-01	I	-0.721E-03	I	-0.112E-02	I	0.456E-01	I	-0.749E-03	I	-1.39	I
I	70	I	355.00	I	18.75	I	0.452E-01	I	-0.681E-03	I	-0.356E-03	I	0.452E-01	I	-0.683E-03	I	-0.44	I
I	71	I	355.00	I	37.50	I	0.448E-01	I	-0.671E-03	I	-0.804E-03	I	0.448E-01	I	-0.685E-03	I	-1.01	I
I	72	I	355.00	I	56.25	I	0.439E-01	I	-0.572E-03	I	-0.676E-03	I	0.439E-01	I	-0.582E-03	I	-0.87	I
I	73	I	355.00	I	75.00	I	0.215E-01	I	-0.221E-03	I	-0.334E-03	I	0.215E-01	I	-0.226E-03	I	0.88	I
I	74	I	355.00	I	85.00	I	0.140E-06	I	-0.104E-08	I	-0.415E-08	I	0.140E-06	I	-0.116E-08	I	-1.68	I
I	75	I	355.00	I	95.00	I	0.138E-06	I	-0.465E-08	I	-0.179E-08	I	0.138E-06	I	-0.467E-08	I	0.72	I
I	76	I	382.50	I	0.00	I	0.458E-01	I	0.588E-03	I	-0.148E-02	I	0.459E-01	I	0.539E-03	I	1.88	I
I	77	I	382.50	I	37.50	I	0.452E-01	I	0.177E-03	I	-0.351E-03	I	0.452E-01	I	0.174E-03	I	-0.45	I
I	78	I	382.50	I	75.00	I	0.209E-01	I	-0.211E-03	I	-0.797E-03	I	0.209E-01	I	-0.241E-03	I	-2.16	I
I	79	I	382.50	I	95.00	I	0.123E-06	I	0.551E-08	I	-0.313E-08	I	0.123E-06	I	0.542E-08	I	-1.53	I
I	80	I	410.00	I	0.00	I	0.460E-01	I	0.227E-02	I	-0.409E-02	I	0.464E-01	I	0.189E-02	I	5.29	I
I	81	I	410.00	I	18.75	I	0.457E-01	I	0.188E-02	I	0.228E-03	I	0.457E-01	I	0.187E-02	I	0.30	I
I	82	I	410.00	I	37.50	I	0.456E-01	I	0.145E-02	I	-0.354E-03	I	0.456E-01	I	0.145E-02	I	0.46	I
I	83	I	410.00	I	56.25	I	0.434E-01	I	0.794E-03	I	-0.906E-04	I	0.434E-01	I	0.793E-03	I	0.12	I
I	84	I	410.00	I	75.00	I	0.205E-01	I	0.812E-04	I	-0.208E-02	I	0.207E-01	I	-0.129E-03	I	-5.76	I
I	85	I	410.00	I	85.00	I	0.125E-06	I	-0.489E-08	I	-0.416E-08	I	0.125E-06	I	-0.502E-08	I	-1.83	I
I	86	I	410.00	I	95.00	I	0.117E-06	I	0.106E-07	I	-0.108E-07	I	0.119E-06	I	0.955E-08	I	-5.73	I
I	87	I	430.00	I	0.00	I	0.454E-01	I	0.559E-02	I	-0.686E-02	I	0.465E-01	I	0.444E-02	I	-9.51	I
I	88	I	430.00	I	37.50	I	0.452E-01	I	0.494E-02	I	-0.120E-02	I	0.452E-01	I	0.490E-02	I	1.71	I
I	89	I	430.00	I	75.00	I	0.212E-01	I	0.197E-02	I	-0.355E-02	I	0.218E-01	I	0.134E-02	I	10.13	I
I	90	I	430.00	I	95.00	I	0.356E-07	I	-0.133E-07	I	-0.356E-07	I	0.356E-07	I	-0.133E-07	I	0.00	I
I	91	I	450.00	I	0.00	I	0.448E-01	I	0.877E-02	I	-0.178E-01	I	0.521E-01	I	0.147E-02	I	-22.32	I
I	92	I	450.00	I	18.75	I	0.446E-01	I	0.873E-02	I	-0.636E-03	I	0.446E-01	I	0.872E-02	I	1.02	I
I	93	I	450.00	I	37.50	I	0.447E-01	I	0.835E-02	I	-0.177E-02	I	0.448E-01	I	0.826E-02	I	2.78	I
I	94	I	450.00	I	56.25	I	0.445E-01	I	0.789E-02	I	-0.177E-02	I	0.446E-01	I	0.781E-02	I	2.76	I
I	95	I	450.00	I	75.00	I	0.220E-01	I	0.389E-02	I	-0.952E-02	I	0.260E-01	I	-0.202E-03	I	23.26	I
I	96	I	450.00	I	85.00	I	0.525E-07	I	-0.163E-10	I	-0.530E-07	I	0.525E-07	I	-0.163E-10	I	0.00	I
I	97	I	450.00	I	95.00	I	-0.563E-07	I	-0.326E-07	I	-0.214E-07	I	-0.563E-07	I	-0.326E-07	I	0.00	I

PRÜFKÖRPER 2 KESSEVERBINDUNG

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	1	I	0.00	I	0.00	I	0.669E-01	I	0.306E-04	I	0.111E-05	I	0.669E-01	I	0.306E-04	I	0.00	I
I	2	I	0.00	I	12.50	I	0.669E-01	I	-0.734E-04	I	-0.110E-04	I	0.669E-01	I	-0.734E-04	I	-0.01	I
I	3	I	0.00	I	25.00	I	0.668E-01	I	-0.969E-04	I	-0.216E-04	I	0.668E-01	I	-0.969E-04	I	-0.02	I
I	4	I	0.00	I	37.50	I	0.667E-01	I	0.910E-05	I	-0.111E-04	I	0.667E-01	I	0.910E-05	I	-0.01	I
I	5	I	0.00	I	50.00	I	0.667E-01	I	0.347E-04	I	-0.215E-05	I	0.667E-01	I	0.347E-04	I	-0.00	I
I	6	I	25.00	I	0.00	I	0.669E-01	I	-0.833E-04	I	0.318E-04	I	0.669E-01	I	-0.833E-04	I	0.03	I
I	7	I	25.00	I	25.00	I	0.668E-01	I	0.342E-04	I	-0.123E-03	I	0.668E-01	I	0.340E-04	I	-0.11	I
I	8	I	25.00	I	50.00	I	0.667E-01	I	0.224E-04	I	0.141E-03	I	0.667E-01	I	0.221E-04	I	0.12	I
I	9	I	50.00	I	0.00	I	0.673E-01	I	-0.391E-03	I	-0.146E-05	I	0.673E-01	I	-0.391E-03	I	-0.00	I
I	10	I	50.00	I	12.50	I	0.670E-01	I	-0.192E-03	I	-0.120E-03	I	0.670E-01	I	-0.192E-03	I	-0.10	I
I	11	I	50.00	I	25.00	I	0.669E-01	I	-0.414E-04	I	-0.343E-03	I	0.669E-01	I	-0.432E-04	I	-0.29	I
I	12	I	50.00	I	37.50	I	0.666E-01	I	-0.178E-03	I	-0.200E-03	I	0.666E-01	I	-0.178E-03	I	-0.17	I
I	13	I	50.00	I	50.00	I	0.662E-01	I	-0.265E-03	I	0.478E-04	I	0.662E-01	I	-0.265E-03	I	0.04	I
I	14	I	75.00	I	0.00	I	0.666E-01	I	0.149E-02	I	0.335E-05	I	0.666E-01	I	0.149E-02	I	0.00	I
I	15	I	75.00	I	25.00	I	0.670E-01	I	0.413E-03	I	0.711E-03	I	0.670E-01	I	0.406E-03	I	0.61	I
I	16	I	75.00	I	50.00	I	0.666E-01	I	0.687E-04	I	-0.257E-03	I	0.666E-01	I	0.677E-04	I	-0.22	I
I	17	I	100.00	I	0.00	I	0.652E-01	I	0.379E-02	I	0.169E-03	I	0.652E-01	I	0.379E-02	I	0.16	I
I	18	I	100.00	I	12.50	I	0.665E-01	I	0.276E-02	I	0.112E-02	I	0.665E-01	I	0.274E-02	I	1.01	I
I	19	I	100.00	I	25.00	I	0.680E-01	I	0.136E-02	I	0.211E-02	I	0.681E-01	I	0.129E-02	I	1.81	I
I	20	I	100.00	I	37.50	I	0.671E-01	I	0.633E-03	I	0.678E-03	I	0.671E-01	I	0.626E-03	I	0.58	I
I	21	I	100.00	I	50.00	I	0.660E-01	I	0.291E-03	I	-0.786E-03	I	0.660E-01	I	0.282E-03	I	-0.69	I
I	22	I	117.50	I	0.00	I	0.621E-01	I	0.575E-02	I	0.272E-03	I	0.621E-01	I	0.575E-02	I	0.28	I
I	23	I	117.50	I	25.00	I	0.651E-01	I	0.593E-02	I	0.447E-02	I	0.655E-01	I	0.560E-02	I	4.29	I
I	24	I	117.50	I	50.00	I	0.748E-01	I	-0.673E-03	I	0.304E-02	I	0.750E-01	I	-0.795E-03	I	2.30	I
I	25	I	135.00	I	0.00	I	0.585E-01	I	0.793E-02	I	0.184E-03	I	0.585E-01	I	0.793E-02	I	0.21	I
I	26	I	135.00	I	12.50	I	0.604E-01	I	0.902E-02	I	0.266E-02	I	0.605E-01	I	0.889E-02	I	2.96	I
I	27	I	135.00	I	25.00	I	0.589E-01	I	0.109E-01	I	0.482E-02	I	0.593E-01	I	0.104E-01	I	5.68	I
I	28	I	135.00	I	37.50	I	0.808E-01	I	0.847E-02	I	0.952E-02	I	0.820E-01	I	0.724E-02	I	7.37	I
I	29	I	135.00	I	50.00	I	0.106E 00	I	0.521E-02	I	0.145E-01	I	0.108E 00	I	0.316E-02	I	8.03	I
I	30	I	147.50	I	0.00	I	0.572E-01	I	0.580E-02	I	-0.948E-03	I	0.572E-01	I	0.578E-02	I	-1.06	I
I	31	I	147.50	I	31.25	I	0.606E-01	I	0.647E-02	I	0.360E-02	I	0.608E-01	I	0.623E-02	I	3.79	I
I	32	I	147.50	I	54.00	I	0.615E-01	I	0.170E-01	I	0.201E-01	I	0.692E-01	I	0.932E-02	I	21.02	I
I	33	I	160.00	I	0.00	I	0.560E-01	I	0.244E-02	I	-0.178E-02	I	0.560E-01	I	0.238E-02	I	-1.90	I
I	34	I	160.00	I	18.75	I	0.574E-01	I	0.203E-02	I	0.184E-02	I	0.575E-01	I	0.197E-02	I	1.90	I
I	35	I	160.00	I	37.50	I	0.646E-01	I	-0.876E-04	I	0.470E-02	I	0.650E-01	I	-0.428E-03	I	4.13	I
I	36	I	160.00	I	56.25	I	0.326E-01	I	0.697E-02	I	0.101E-01	I	0.361E-01	I	0.350E-02	I	19.07	I
I	37	I	160.00	I	75.00	I	-0.340E-02	I	0.105E-01	I	0.108E-01	I	0.164E-01	I	-0.929E-02	I	61.40	I
I	38	I	160.00	I	85.00	I	-0.267E-07	I	-0.202E-07	I	-0.258E-07	I	-0.267E-07	I	-0.202E-07	I	0.00	I
I	39	I	160.00	I	95.00	I	-0.764E-08	I	-0.649E-07	I	-0.121E-07	I	-0.764E-08	I	-0.649E-07	I	0.00	I
I	40	I	175.00	I	0.00	I	0.556E-01	I	-0.343E-02	I	0.980E-03	I	0.556E-01	I	-0.345E-02	I	0.95	I
I	41	I	175.00	I	37.50	I	0.578E-01	I	-0.501E-02	I	0.515E-02	I	0.582E-01	I	-0.543E-02	I	4.66	I
I	42	I	175.00	I	75.00	I	0.348E-02	I	0.464E-03	I	0.484E-02	I	0.704E-02	I	-0.310E-02	I	36.35	I
I	43	I	175.00	I	95.00	I	0.330E-08	I	0.297E-07	I	0.668E-08	I	0.330E-08	I	0.297E-07	I	0.00	I
I	44	I	190.00	I	0.00	I	0.567E-01	I	-0.608E-02	I	-0.100E-02	I	0.567E-01	I	-0.610E-02	I	-0.91	I
I	45	I	190.00	I	18.75	I	0.522E-01	I	-0.628E-02	I	0.124E-02	I	0.523E-01	I	-0.631E-02	I	1.21	I
I	46	I	190.00	I	37.50	I	0.495E-01	I	-0.638E-02	I	0.681E-02	I	0.503E-01	I	-0.720E-02	I	6.85	I
I	47	I	190.00	I	56.25	I	0.368E-01	I	-0.519E-02	I	0.657E-02	I	0.378E-01	I	-0.619E-02	I	8.68	I
I	48	I	190.00	I	75.00	I	0.112E-01	I	-0.205E-02	I	0.150E-02	I	0.114E-01	I	-0.221E-02	I	6.36	I
I	49	I	190.00	I	85.00	I	0.226E-07	I	-0.113E-07	I	0.232E-07	I	0.226E-07	I	-0.113E-07	I	0.00	I
I	50	I	190.00	I	95.00	I	0.166E-08	I	0.465E-07	I	-0.306E-07	I	0.166E-08	I	0.465E-07	I	0.00	I



I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	217.50	I	0.00	I	0.532E-01	I	-0.273E-02	I	C.264E-03	I	0.532E-01	I	-0.273E-02	I	0.27	I
I	52	I	217.50	I	37.50	I	0.452E-01	I	-0.242E-02	I	C.568E-02	I	0.458E-01	I	-0.309E-02	I	6.72	I
I	53	I	217.50	I	75.00	I	0.173E-01	I	0.156E-03	I	C.280E-03	I	0.173E-01	I	0.151E-03	I	0.93	I
I	54	I	217.50	I	95.00	I	0.727E-07	I	-0.341E-07	I	C.262E-07	I	0.788E-07	I	-0.401E-07	I	13.06	I
I	55	I	245.00	I	0.00	I	0.474E-01	I	-0.400E-02	I	C.184E-02	I	0.474E-01	I	-0.407E-02	I	2.05	I
I	56	I	245.00	I	18.75	I	0.459E-01	I	-0.297E-02	I	C.305E-02	I	0.461E-01	I	-0.316E-02	I	3.56	I
I	57	I	245.00	I	37.50	I	0.441E-01	I	-0.148E-02	I	C.339E-02	I	0.443E-01	I	-0.173E-02	I	4.23	I
I	58	I	245.00	I	56.25	I	0.431E-01	I	-0.175E-03	I	C.159E-02	I	0.432E-01	I	-0.233E-03	I	2.10	I
I	59	I	245.00	I	75.00	I	0.213E-01	I	0.335E-03	I	C.334E-03	I	0.213E-01	I	0.330E-03	I	0.91	I
I	60	I	245.00	I	85.00	I	0.192E-06	I	0.136E-06	I	C.469E-08	I	0.192E-06	I	0.136E-06	I	0.00	I
I	61	I	245.00	I	95.00	I	0.150E-06	I	-0.361E-07	I	C.568E-09	I	0.150E-06	I	-0.361E-07	I	0.18	I
I	62	I	272.50	I	0.00	I	0.448E-01	I	-0.321E-02	I	C.762E-03	I	0.448E-01	I	-0.322E-02	I	-0.91	I
I	63	I	272.50	I	37.50	I	0.449E-01	I	-0.149E-02	I	C.162E-02	I	0.449E-01	I	-0.155E-02	I	2.00	I
I	64	I	272.50	I	75.00	I	0.218E-01	I	-0.616E-04	I	C.151E-03	I	0.218E-01	I	-0.626E-04	I	0.39	I
I	65	I	272.50	I	95.00	I	0.132E-06	I	-0.367E-07	I	C.242E-07	I	0.135E-06	I	-0.401E-07	I	-7.99	I
I	66	I	300.00	I	0.00	I	0.442E-01	I	-0.503E-03	I	C.847E-03	I	0.442E-01	I	-0.519E-03	I	1.08	I
I	67	I	300.00	I	18.75	I	0.443E-01	I	-0.512E-03	I	C.421E-04	I	0.443E-01	I	-0.513E-03	I	-0.05	I
I	68	I	300.00	I	37.50	I	0.441E-01	I	-0.582E-03	I	C.335E-03	I	0.441E-01	I	-0.584E-03	I	-0.43	I
I	69	I	300.00	I	56.25	I	0.448E-01	I	-0.207E-03	I	C.766E-04	I	0.448E-01	I	-0.207E-03	I	-0.10	I
I	70	I	300.00	I	75.00	I	0.228E-01	I	0.114E-03	I	C.207E-03	I	0.228E-01	I	0.112E-03	I	-0.52	I
I	71	I	300.00	I	85.00	I	0.137E-06	I	-0.262E-07	I	C.158E-07	I	0.139E-06	I	-0.278E-07	I	5.47	I
I	72	I	300.00	I	95.00	I	0.144E-06	I	0.194E-07	I	C.313E-07	I	0.151E-06	I	0.120E-07	I	13.34	I
I	73	I	327.50	I	0.00	I	0.448E-01	I	-0.556E-03	I	C.218E-03	I	0.448E-01	I	-0.557E-03	I	-0.28	I
I	74	I	327.50	I	37.50	I	0.444E-01	I	-0.352E-03	I	C.522E-03	I	0.444E-01	I	-0.358E-03	I	-0.67	I
I	75	I	327.50	I	75.00	I	0.223E-01	I	0.146E-03	I	C.143E-03	I	0.223E-01	I	0.145E-03	I	0.37	I
I	76	I	327.50	I	95.00	I	0.150E-06	I	0.201E-07	I	C.324E-08	I	0.150E-06	I	0.201E-07	I	-1.42	I
I	77	I	355.00	I	0.00	I	0.453E-01	I	-0.654E-03	I	C.127E-02	I	0.453E-01	I	-0.689E-03	I	-1.58	I
I	78	I	355.00	I	18.75	I	0.450E-01	I	-0.553E-03	I	C.459E-03	I	0.450E-01	I	-0.557E-03	I	-0.58	I
I	79	I	355.00	I	37.50	I	0.447E-01	I	-0.555E-03	I	C.979E-03	I	0.448E-01	I	-0.576E-03	I	-1.24	I
I	80	I	355.00	I	56.25	I	0.440E-01	I	-0.571E-03	I	C.796E-03	I	0.441E-01	I	-0.586E-03	I	-1.02	I
I	81	I	355.00	I	75.00	I	0.217E-01	I	-0.242E-03	I	C.359E-03	I	0.217E-01	I	-0.248E-03	I	0.94	I
I	82	I	355.00	I	85.00	I	0.142E-06	I	-0.708E-08	I	C.211E-08	I	0.142E-06	I	-0.711E-08	I	-0.81	I
I	83	I	355.00	I	95.00	I	0.138E-06	I	-0.228E-07	I	C.666E-08	I	0.138E-06	I	-0.231E-07	I	2.37	I
I	84	I	382.50	I	0.00	I	0.457E-01	I	0.620E-03	I	C.144E-02	I	0.458E-01	I	0.574E-03	I	1.82	I
I	85	I	382.50	I	37.50	I	0.452E-01	I	0.230E-03	I	C.425E-03	I	0.452E-01	I	0.226E-03	I	-0.54	I
I	86	I	382.50	I	75.00	I	0.210E-01	I	-0.217E-03	I	C.798E-03	I	0.210E-01	I	-0.247E-03	I	-2.15	I
I	87	I	382.50	I	95.00	I	0.124E-06	I	0.268E-08	I	C.477E-08	I	0.124E-06	I	0.250E-08	I	-2.25	I
I	88	I	410.00	I	0.00	I	0.460E-01	I	0.234E-02	I	C.412E-02	I	0.463E-01	I	0.195E-02	I	5.35	I
I	89	I	410.00	I	18.75	I	0.456E-01	I	0.192E-02	I	C.202E-03	I	0.456E-01	I	0.192E-02	I	0.26	I
I	90	I	410.00	I	37.50	I	0.456E-01	I	0.147E-02	I	C.304E-03	I	0.456E-01	I	0.147E-02	I	0.39	I
I	91	I	410.00	I	56.25	I	0.434E-01	I	0.797E-03	I	C.716E-04	I	0.434E-01	I	0.797E-03	I	0.10	I
I	92	I	410.00	I	75.00	I	0.205E-01	I	0.780E-04	I	C.209E-02	I	0.207E-01	I	-0.134E-03	I	-5.79	I
I	93	I	410.00	I	85.00	I	0.125E-06	I	-0.590E-08	I	C.345E-08	I	0.125E-06	I	-0.600E-08	I	-1.51	I
I	94	I	410.00	I	95.00	I	0.117E-06	I	0.129E-07	I	C.897E-08	I	0.118E-06	I	0.121E-07	I	-4.87	I
I	95	I	430.00	I	0.00	I	0.454E-01	I	0.562E-02	I	C.685E-02	I	0.465E-01	I	0.447E-02	I	-9.51	I
I	96	I	430.00	I	37.50	I	0.452E-01	I	0.495E-02	I	C.117E-02	I	0.452E-01	I	0.491E-02	I	1.66	I
I	97	I	430.00	I	75.00	I	0.212E-01	I	0.198E-02	I	C.354E-02	I	0.218E-01	I	0.135E-02	I	10.11	I
I	98	I	430.00	I	95.00	I	0.360E-07	I	-0.114E-07	I	C.325E-08	I	0.360E-07	I	-0.114E-07	I	0.00	I
I	99	I	450.00	I	0.00	I	0.448E-01	I	0.877E-02	I	C.178E-01	I	0.521E-01	I	0.145E-02	I	-22.33	I
I	100	I	450.00	I	18.75	I	0.446E-01	I	0.873E-02	I	C.622E-03	I	0.446E-01	I	0.872E-02	I	0.99	I

BEI L
SCHERENKRAEFTE

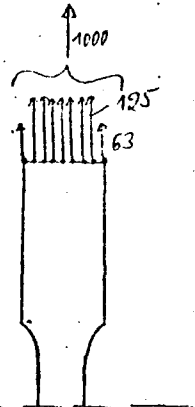
SEITE 3

1	KN.NR.	1	X	1	Y	1	SIGX	1	SIGY	1	TAU	1	SIG1	1	SIG2	1	PHI	1
1	101	1	450.00	1	37.50	1	0.447E-01	1	0.835E-02	1	0.175E-02	1	0.448E-01	1	0.826E-02	1	2.74	1
1	102	1	450.00	1	56.25	1	0.445E-01	1	0.789E-02	1	0.175E-02	1	0.445E-01	1	0.781E-02	1	2.73	1
1	103	1	450.00	1	75.00	1	0.220E-01	1	0.389E-02	1	0.953E-02	1	0.261E-01	1	-0.206E-03	1	23.27	1
1	104	1	450.00	1	85.00	1	0.522E-07	1	-0.129E-08	1	-0.528E-07	1	0.522E-07	1	-0.129E-08	1	0.00	1
1	105	1	450.00	1	95.00	1	-0.567E-07	1	-0.339E-07	1	0.219E-07	1	-0.567E-07	1	-0.339E-07	1	0.00	1

PRÜFKÖRPER 3

RIEGERVERBINDUNG

KN.NR.	X	Y	SIGX	SIGY	TAU	SIG1	SIG2	PHI
1	0.00	0.00	0.676E-01	-0.170E-03	-0.166E-03	0.676E-01	-0.170E-03	-0.14
2	0.00	12.50	0.674E-01	-0.273E-03	-0.139E-03	0.674E-01	-0.273E-03	-0.12
3	0.00	25.00	0.673E-01	-0.544E-03	-0.274E-03	0.673E-01	-0.545E-03	-0.23
4	0.00	37.50	0.662E-01	-0.338E-03	-0.585E-03	0.662E-01	-0.343E-03	-0.50
5	0.00	50.00	0.650E-01	0.357E-04	-0.734E-03	0.650E-01	0.274E-04	-0.65
6	30.00	0.00	0.661E-01	0.161E-02	-0.105E-05	0.661E-01	0.161E-02	-0.00
7	30.00	25.00	0.668E-01	0.107E-02	0.109E-02	0.668E-01	0.105E-02	0.95
8	30.00	50.00	0.675E-01	-0.130E-03	0.100E-03	0.675E-01	-0.130E-03	0.08
9	60.00	0.00	0.642E-01	0.371E-02	0.215E-03	0.642E-01	0.370E-02	0.20
10	60.00	12.50	0.652E-01	0.331E-02	0.122E-02	0.652E-01	0.329E-02	1.13
11	60.00	25.00	0.660E-01	0.292E-02	0.261E-02	0.661E-01	0.281E-02	2.37
12	60.00	37.50	0.688E-01	0.162E-02	0.209E-02	0.688E-01	0.155E-02	1.78
13	60.00	50.00	0.717E-01	0.306E-03	0.118E-02	0.717E-01	0.287E-03	0.95
14	72.50	0.00	0.624E-01	0.457E-02	0.773E-04	0.624E-01	0.457E-02	0.08
15	72.50	26.56	0.643E-01	0.409E-02	0.331E-02	0.645E-01	0.391E-02	3.14
16	72.50	50.40	0.739E-01	0.120E-02	0.510E-02	0.743E-01	0.843E-03	3.99
17	85.00	0.00	0.607E-01	0.515E-02	-0.876E-04	0.607E-01	0.515E-02	-0.09
18	85.00	14.06	0.621E-01	0.497E-02	0.201E-02	0.621E-01	0.490E-02	2.02
19	85.00	26.12	0.632E-01	0.504E-02	0.388E-02	0.634E-01	0.478E-02	3.80
20	85.00	39.85	0.686E-01	0.335E-02	0.633E-02	0.692E-01	0.274E-02	5.49
21	85.00	51.60	0.743E-01	0.141E-02	0.901E-02	0.754E-01	0.307E-03	6.95
22	97.50	0.00	0.591E-01	0.443E-02	-0.119E-03	0.591E-01	0.443E-02	-0.12
23	97.50	29.69	0.611E-01	0.447E-02	0.435E-02	0.615E-01	0.413E-02	4.37
24	97.50	53.50	0.689E-01	0.252E-02	0.121E-01	0.710E-01	0.389E-03	10.01
25	110.00	0.00	0.574E-01	0.361E-02	-0.193E-03	0.574E-01	0.361E-02	-0.21
26	110.00	15.62	0.582E-01	0.363E-02	0.231E-02	0.583E-01	0.353E-02	2.42
27	110.00	31.25	0.588E-01	0.393E-02	0.470E-02	0.592E-01	0.353E-02	4.87
28	110.00	43.75	0.612E-01	0.416E-02	0.991E-02	0.629E-01	0.249E-02	9.58
29	110.00	56.25	0.640E-01	0.412E-02	0.152E-01	0.677E-01	0.473E-03	13.48
30	122.50	0.00	0.561E-01	0.146E-02	-0.320E-03	0.561E-01	0.146E-02	-0.34
31	122.50	32.81	0.562E-01	0.200E-02	0.420E-02	0.565E-01	0.168E-02	4.40
32	122.50	59.70	0.549E-01	0.526E-02	0.161E-01	0.597E-01	0.484E-03	16.49
33	135.00	0.00	0.554E-01	-0.608E-03	-0.471E-03	0.554E-01	-0.612E-03	-0.48
34	135.00	17.37	0.540E-01	-0.850E-04	0.217E-02	0.541E-01	-0.172E-03	2.30
35	135.00	34.75	0.538E-01	-0.189E-03	0.377E-02	0.541E-01	-0.450E-03	3.97
36	135.00	49.42	0.500E-01	0.230E-02	0.958E-02	0.518E-01	0.443E-03	10.95
37	135.00	64.10	0.449E-01	0.541E-02	0.164E-01	0.509E-01	-0.541E-03	19.88
38	147.50	0.00	0.540E-01	-0.207E-02	-0.323E-03	0.540E-01	-0.207E-02	-0.33
39	147.50	35.09	0.525E-01	-0.236E-02	0.428E-02	0.528E-01	-0.270E-02	4.44
40	147.50	69.00	0.342E-01	0.289E-02	0.114E-01	0.379E-01	-0.815E-03	18.01
41	160.00	0.00	0.521E-01	-0.356E-02	-0.774E-04	0.521E-01	-0.356E-02	-0.08
42	160.00	18.75	0.513E-01	-0.374E-02	0.214E-02	0.514E-01	-0.383E-02	2.22
43	160.00	37.50	0.510E-01	-0.445E-02	0.489E-02	0.514E-01	-0.487E-02	5.00
44	160.00	56.25	0.379E-01	-0.210E-02	0.596E-02	0.387E-01	-0.297E-02	8.31
45	160.00	75.00	0.161E-01	0.510E-03	0.433E-02	0.172E-01	-0.611E-03	14.51
46	160.00	85.00	0.219E-07	0.279E-07	0.286E-07	0.219E-07	0.279E-07	0.00
47	160.00	95.00	-0.447E-07	-0.861E-08	-0.227E-07	-0.447E-07	-0.861E-08	0.00
48	175.00	0.00	0.511E-01	-0.407E-02	0.145E-03	0.511E-01	-0.407E-02	0.15
49	175.00	37.50	0.481E-01	-0.409E-02	0.462E-02	0.485E-01	-0.449E-02	5.02
50	175.00	75.00	0.154E-01	-0.131E-03	0.184E-02	0.156E-01	-0.345E-03	6.64



I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	175.00	I	95.00	I	0.170E-07	I	-0.610E-08	I	-0.193E-08	I	0.170E-07	I	-0.610E-08	I	0.00	I
I	52	I	190.00	I	0.00	I	0.495E-01	I	-0.447E-02	I	-0.246E-03	I	0.495E-01	I	-0.447E-02	I	0.26	I
I	53	I	190.00	I	18.75	I	0.473E-01	I	-0.391E-02	I	-0.184E-02	I	0.474E-01	I	-0.397E-02	I	2.05	I
I	54	I	190.00	I	37.50	I	0.453E-01	I	-0.327E-02	I	-0.424E-02	I	0.457E-01	I	-0.364E-02	I	4.95	I
I	55	I	190.00	I	56.25	I	0.417E-01	I	-0.187E-02	I	-0.286E-02	I	0.419E-01	I	-0.205E-02	I	3.74	I
I	56	I	190.00	I	75.00	I	0.190E-01	I	-0.267E-03	I	-0.342E-03	I	0.190E-01	I	-0.273E-03	I	1.02	I
I	57	I	190.00	I	85.00	I	0.980E-07	I	-0.106E-07	I	-0.254E-07	I	0.104E-06	I	-0.162E-07	I	12.56	I
I	58	I	190.00	I	95.00	I	0.817E-07	I	0.300E-08	I	-0.100E-07	I	0.817E-07	I	0.300E-08	I	0.00	I
I	59	I	217.50	I	0.00	I	0.469E-01	I	-0.287E-02	I	-0.740E-04	I	0.469E-01	I	-0.287E-02	I	0.09	I
I	60	I	217.50	I	37.50	I	0.447E-01	I	-0.172E-02	I	-0.237E-02	I	0.448E-01	I	-0.184E-02	I	2.92	I
I	61	I	217.50	I	75.00	I	0.210E-01	I	0.135E-03	I	-0.999E-04	I	0.210E-01	I	0.134E-03	I	0.27	I
I	62	I	217.50	I	95.00	I	0.120E-06	I	0.351E-08	I	-0.104E-08	I	0.120E-06	I	0.350E-08	I	0.51	I
I	63	I	245.00	I	0.00	I	0.450E-01	I	-0.131E-02	I	-0.139E-04	I	0.450E-01	I	-0.131E-02	I	0.02	I
I	64	I	245.00	I	18.75	I	0.447E-01	I	-0.101E-02	I	-0.403E-03	I	0.447E-01	I	-0.102E-02	I	0.50	I
I	65	I	245.00	I	37.50	I	0.442E-01	I	-0.547E-03	I	-0.537E-03	I	0.442E-01	I	-0.553E-03	I	0.69	I
I	66	I	245.00	I	56.25	I	0.444E-01	I	-0.108E-03	I	-0.235E-03	I	0.444E-01	I	-0.109E-03	I	0.30	I
I	67	I	245.00	I	75.00	I	0.224E-01	I	0.814E-04	I	-0.938E-04	I	0.224E-01	I	0.810E-04	I	0.24	I
I	68	I	245.00	I	85.00	I	0.149E-06	I	-0.928E-09	I	-0.427E-09	I	0.149E-06	I	-0.930E-09	I	0.16	I
I	69	I	245.00	I	95.00	I	0.150E-06	I	-0.200E-08	I	-0.530E-09	I	0.150E-06	I	-0.201E-08	I	0.20	I
I	70	I	272.50	I	0.00	I	0.448E-01	I	-0.762E-03	I	-0.147E-03	I	0.448E-01	I	-0.762E-03	I	0.18	I
I	71	I	272.50	I	37.50	I	0.445E-01	I	-0.354E-03	I	-0.202E-03	I	0.445E-01	I	-0.355E-03	I	0.26	I
I	72	I	272.50	I	75.00	I	0.222E-01	I	-0.347E-04	I	-0.907E-05	I	0.222E-01	I	-0.347E-04	I	-0.02	I
I	73	I	272.50	I	95.00	I	0.146E-06	I	0.157E-10	I	-0.161E-09	I	0.146E-06	I	0.156E-10	I	-0.06	I
I	74	I	300.00	I	0.00	I	0.445E-01	I	-0.307E-03	I	-0.264E-03	I	0.445E-01	I	-0.309E-03	I	0.34	I
I	75	I	300.00	I	18.75	I	0.445E-01	I	-0.206E-03	I	-0.898E-04	I	0.445E-01	I	-0.206E-03	I	-0.12	I
I	76	I	300.00	I	37.50	I	0.444E-01	I	-0.102E-03	I	-0.905E-04	I	0.444E-01	I	-0.102E-03	I	-0.12	I
I	77	I	300.00	I	56.25	I	0.446E-01	I	0.174E-04	I	-0.583E-04	I	0.446E-01	I	0.174E-04	I	-0.08	I
I	78	I	300.00	I	75.00	I	0.224E-01	I	0.665E-04	I	-0.189E-03	I	0.224E-01	I	0.649E-04	I	-0.49	I
I	79	I	300.00	I	85.00	I	0.149E-06	I	-0.266E-09	I	-0.263E-09	I	0.149E-06	I	-0.267E-09	I	0.10	I
I	80	I	300.00	I	95.00	I	0.150E-06	I	0.186E-08	I	-0.775E-09	I	0.150E-06	I	0.186E-08	I	-0.30	I
I	81	I	327.50	I	0.00	I	0.450E-01	I	-0.403E-03	I	-0.412E-03	I	0.450E-01	I	-0.406E-03	I	-0.52	I
I	82	I	327.50	I	37.50	I	0.445E-01	I	-0.190E-03	I	-0.465E-03	I	0.445E-01	I	-0.195E-03	I	-0.60	I
I	83	I	327.50	I	75.00	I	0.221E-01	I	0.102E-03	I	-0.184E-03	I	0.221E-01	I	0.100E-03	I	0.48	I
I	84	I	327.50	I	95.00	I	0.144E-06	I	-0.129E-08	I	-0.701E-09	I	0.144E-06	I	-0.129E-08	I	0.28	I
I	85	I	355.00	I	0.00	I	0.455E-01	I	-0.695E-03	I	-0.113E-02	I	0.455E-01	I	-0.723E-03	I	-1.40	I
I	86	I	355.00	I	18.75	I	0.452E-01	I	-0.655E-03	I	-0.373E-03	I	0.452E-01	I	-0.658E-03	I	-0.47	I
I	87	I	355.00	I	37.50	I	0.448E-01	I	-0.647E-03	I	-0.843E-03	I	0.448E-01	I	-0.663E-03	I	-1.06	I
I	88	I	355.00	I	56.25	I	0.439E-01	I	-0.561E-03	I	-0.700E-03	I	0.439E-01	I	-0.572E-03	I	-0.90	I
I	89	I	355.00	I	75.00	I	0.215E-01	I	-0.221E-03	I	-0.335E-03	I	0.215E-01	I	-0.227E-03	I	0.88	I
I	90	I	355.00	I	85.00	I	0.141E-06	I	-0.100E-08	I	-0.427E-08	I	0.141E-06	I	-0.113E-08	I	-1.73	I
I	91	I	355.00	I	95.00	I	0.138E-06	I	-0.447E-08	I	-0.182E-08	I	0.138E-06	I	-0.449E-08	I	0.73	I
I	92	I	382.50	I	0.00	I	0.458E-01	I	0.601E-03	I	-0.148E-02	I	0.459E-01	I	0.552E-03	I	1.88	I
I	93	I	382.50	I	37.50	I	0.452E-01	I	0.186E-03	I	-0.370E-03	I	0.452E-01	I	0.183E-03	I	-0.47	I
I	94	I	382.50	I	75.00	I	0.209E-01	I	-0.214E-03	I	-0.796E-03	I	0.210E-01	I	-0.244E-03	I	-2.15	I
I	95	I	382.50	I	95.00	I	0.123E-06	I	0.555E-08	I	-0.311E-08	I	0.123E-06	I	0.547E-08	I	-1.52	I
I	96	I	410.00	I	0.00	I	0.460E-01	I	0.228E-02	I	-0.409E-02	I	0.464E-01	I	0.190E-02	I	5.30	I
I	97	I	410.00	I	18.75	I	0.457E-01	I	0.188E-02	I	-0.222E-03	I	0.457E-01	I	0.188E-02	I	0.29	I
I	98	I	410.00	I	37.50	I	0.456E-01	I	0.146E-02	I	-0.347E-03	I	0.456E-01	I	0.146E-02	I	0.45	I
I	99	I	410.00	I	56.25	I	0.434E-01	I	0.794E-03	I	-0.861E-04	I	0.434E-01	I	0.794E-03	I	0.12	I
I	100	I	410.00	I	75.00	I	0.205E-01	I	0.815E-04	I	-0.208E-02	I	0.207E-01	I	-0.129E-03	I	-5.77	I

SCHEIFF 0.45*0 075:0 055 M
SCHEIFF 0.45*0 075:0 055 M

SEITE 3

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
1	101	1	410.00	1	85.00	1	0.125E-06	1	-0.489E-08	1	-0.418E-08	1	0.126E-06	1	-0.502E-08	1	-1.83	1
1	102	1	410.00	1	95.00	1	0.118E-06	1	0.106E-07	1	-0.109E-07	1	0.119E-06	1	0.950E-08	1	-5.74	1
1	103	1	430.00	1	0.00	1	0.454E-01	1	0.559E-02	1	-0.686E-02	1	0.465E-01	1	0.444E-02	1	-9.51	1
1	104	1	430.00	1	37.50	1	0.452E-01	1	0.494E-02	1	0.119E-02	1	0.452E-01	1	0.491E-02	1	1.70	1
1	105	1	430.00	1	75.00	1	0.212E-01	1	0.197E-02	1	0.354E-02	1	0.218E-01	1	0.134E-02	1	10.12	1
1	106	1	430.00	1	95.00	1	0.356E-07	1	-0.133E-07	1	0.355E-08	1	0.356E-07	1	-0.133E-07	1	0.00	1
1	107	1	450.00	1	0.00	1	0.448E-01	1	0.877E-02	1	-0.178E-01	1	0.521E-01	1	0.147E-02	1	-22.32	1
1	108	1	450.00	1	18.75	1	0.446E-01	1	0.873E-02	1	0.634E-03	1	0.446E-01	1	0.872E-02	1	1.01	1
1	109	1	450.00	1	37.50	1	0.447E-01	1	0.835E-02	1	0.177E-02	1	0.448E-01	1	0.826E-02	1	2.78	1
1	110	1	450.00	1	56.25	1	0.445E-01	1	0.789E-02	1	0.176E-02	1	0.445E-01	1	0.781E-02	1	2.75	1
1	111	1	450.00	1	75.00	1	0.220E-01	1	0.389E-02	1	0.952E-02	1	0.260E-01	1	-0.202E-03	1	23.26	1
1	112	1	450.00	1	85.00	1	0.525E-07	1	-0.682E-11	1	-0.530E-07	1	0.525E-07	1	-0.682E-11	1	0.00	1
1	113	1	450.00	1	95.00	1	-0.563E-07	1	-0.326E-07	1	0.215E-07	1	-0.563E-07	1	-0.326E-07	1	0.00	1

4. Durchführung der Eichversuche

4.1. Vorbetrachtungen

Mit den 3 rechnerisch untersuchten Querschnitten werden Eichversuche unter Verwendung der zangenartigen Lasteintragungs Konstruktion sowie der Klebe Konstruktion durchgeführt. Diese Eichversuche dienen als Grundlage für die späteren Vergleichsversuche.

Es wird die Einleitungs Konstruktion mit Klebeverbund zum ersten Mal getestet.

Außerdem geben die Eichversuche Aufschluß über den endgültigen Querschnitt. Den Schwerpunkt der Eichversuche bilden Messungen im Krafteinleitungs - sowie im Bruchbereich der Prüfkörper, wobei kritisch bemerkt sei, daß es nahezu reiner Zufall ist, den Bruchbereich vorherzubestimmen, besonders bei Prüfkörpern, die einen konstanten Querschnitt über einen längeren Bereich haben.

Die Versuche werden an der Amster Prüfmachine (10000 kN) durchgeführt. Pro Tag werden 2 Versuche gefahren, ein Versuch mit der zangenartigen Lasteintragungs Konstruktion, sowie ein Versuch mit der Klebe Konstruktion. Die Last wird in Abständen von

250 kg kontinuierlich aufgebracht.

4.2. Herstellung der Prüfkörper

Für die Eichversuche wird ein Bn 250 mit Größtkorndurchmesser 16 mm gewählt. (siehe Diagramm 4.1.)

Die Betonprismen werden in einer Eisenschalung hergestellt. Nach 24 Std. werden sie ausgeschalt und unter Wasser gelagert. Nach 5 Tagen werden sie aus dem Wasser herausgenommen. Am 6. Tag werden die Stirnplatten und die Dehnmessstreifen aufgeklebt. Die Stahlplatten werden mit Technovit, einem Kleber auf Kunststoffbasis, angeklebt. nachdem die Stirnseiten der Betonkörper abgeschliffen wurden. Die Aushärtungszeit des Klebers beträgt ≈ 15 Min.

Der 7 Tage alte Betonkörper wird dann geprüft. Gleichzeitig werden Begleitversuche (E-Modul, Spaltzugfestigkeit, Druckfestigkeit) durchgeführt. (siehe Diagramm 4.1.) Die Lasten werden an der Betonoberseite und Betonunterseite der Prüfkörper eingeleitet.

Hierzu werden die Betonoberflächen

eben abgeschliffen, damit die Stahlplatten der zangenartigen Lasteintragungs Konstruktion einen besseren Sitz haben.

Die Dehnmeßstreifen werden an den Seitenflächen der Betonkörper angeklebt, um keine ausgezeichnete Seite, wie z. B. die Betonoberseite, zum Messen heranzuziehen.

Um die Anzahl der Dehnmeßstreifen gering zu halten, werden Symmetriebetrachtungen angestellt. Eine Seite des Prüfkörpers wird mit Dehnmeßstreifen bis zur Mittellinie stark beklebt, während auf der anderen Seite bzw. unterhalb der Mittellinie nur Kontrollmessungen vorgenommen werden. (siehe Bild 4.1) ?

Die Dehnmeßstreifen integrieren die Dehnungen über eine Länge von 60 mm.

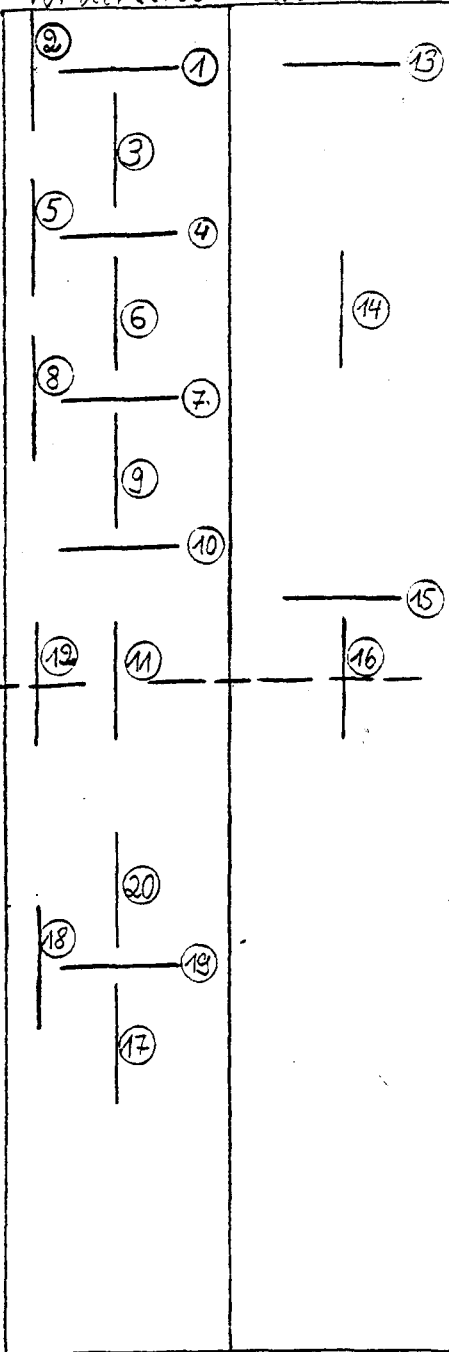
Es werden Quär- und Längsdehnungen aufgezeichnet.

Quärdehnungen werden in der Mittelachse des Prüfkörpers, Längsdehnungen in der Mittelachse und am Rand des Prüfkörpers gemessen.

Durch entsprechende Längsdehnmessungen an der anderen Seite, bzw. unteren Hälfte des Prüfkörpers wird die Symmetrie

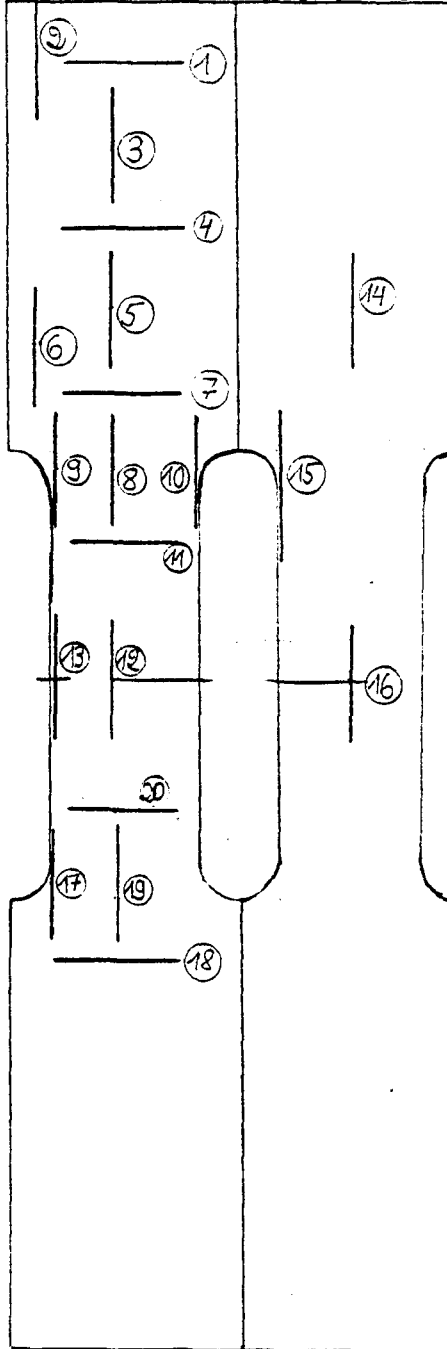
Prüfkörper 1

Vorderseite Rückseite



Prüfkörper 2

Vorderseite Rückseite



Prüfkörper 3

Vorderseite Rückseite

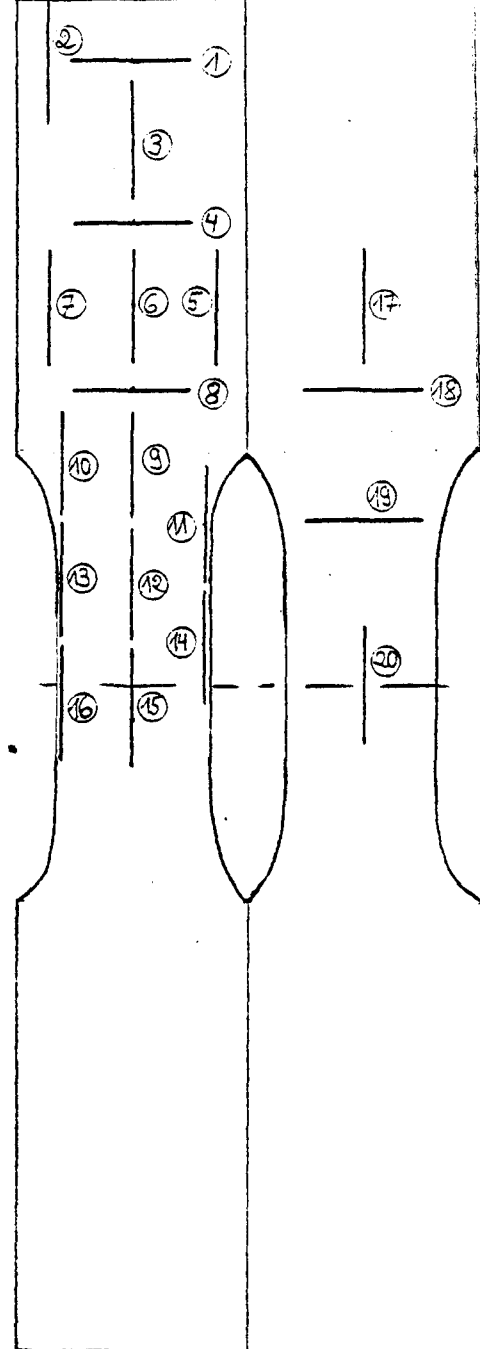


Bild 4.1

Anordnung der Dehnmeßstreifen

Betonwerte im Fließel				Zement			Kornaufbau				Ausbreitmaß
β_{w7}	β_{p7}	β_{sz}	E_{d7}	Güteklasse	Gehalt	W/Z	0/1	0/2	2/8	8/16	
k_p/m^2	k_p/m^2	k_p/m^2	k_p/m^2	%	k_p/m^3	%	Gewichts-%				mm
181	160	199	230000	PZ 350F	230	0,8	25	10	42	23	35

Diagram 4.1

Betonzusammensetzung Vorversuche

der Krafteinleitung sowie die Lage der Resultierenden überprüft.

4.3. Versuchsergebnisse

4.3.1. Prüfkörper 1

a.) Zangenartige Lasteintragungs Konstruktion

Die Nullmessung für die Dehnmeßstreifengeschah an der stehenden unbelasteten Betonprobe. Der Probe Körper wurde so in die Zange eingespannt, daß der Dehnmeßstreifen Nr. 1 sich am Kopfende der Probe befand.

In den Einleitungsbereichen der beiden Zangen wurde die Betonoberseite zum besseren Sitz der Zangen eben geschliffen.



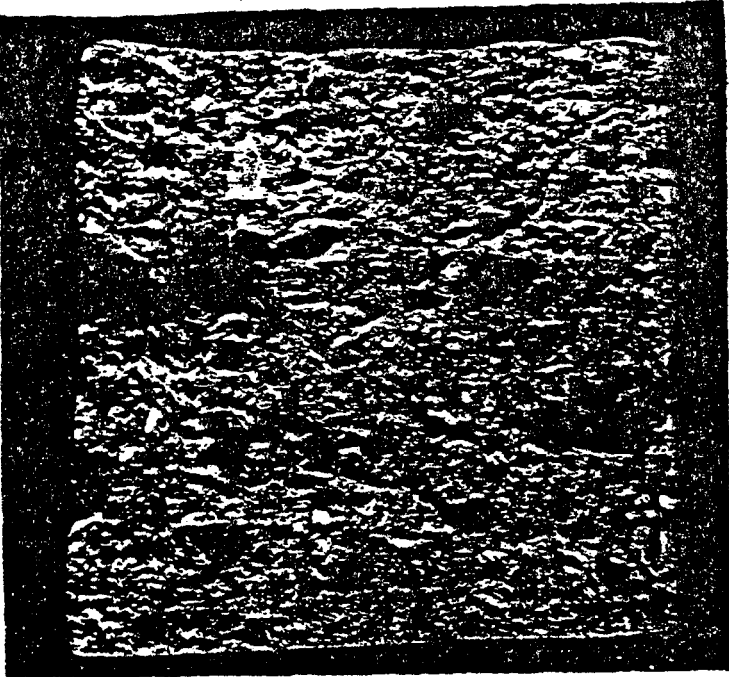
Bild 4.2

Bruchstelle

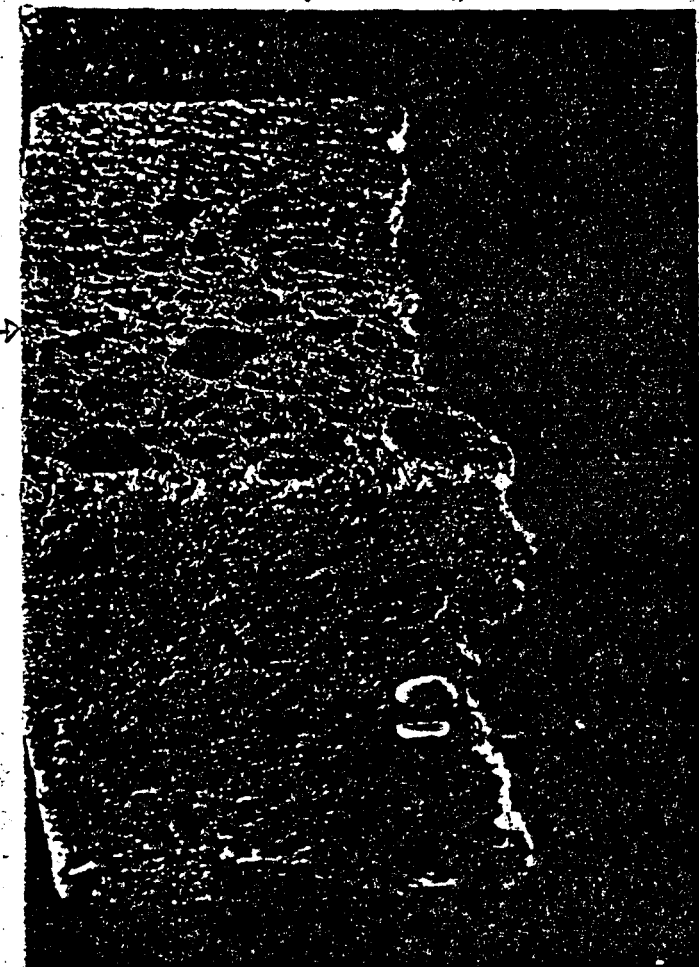
Der Bruch trat ≈ 10 cm vor dem unteren Ende des Prüfkörpers (siehe Bild 4.2) bei einer Bruchlast von 2220 kp ein.

1
↓2
↓

- 92 -



Das Photo des Bruchquerschnitts zeigt, daß der Bruch an der Übergangsstelle Zementstein - Zuschlagstoff entsteht. Der Bruch geht nie durch die Zuschlagkörner. Auf dem Bruchquerschnitt sind entweder Löcher 1-1 oder herausragende Zuschlagkörner 2-2 zu erkennen. Es läßt sich daraus schließen, daß die Haftfestigkeit zwischen Zementstein und Zuschlagstoff die geringste Zugfestigkeit im Betongefüge darstellt.

3
↓

Das Bruchstück des Prüfkörpers zeigt in der Seitenansicht den Verlauf eines Risses. Der Riß verläuft deutlich an der Grenze Zuschlagkörner - Zementstein, siehe 3-3.

An der abgeschliffenen Betonoberfläche läßt sich gut Form und Größe der Zuschlagkörner erkennen.

Bild 4.3

Bruchquerschnitt + Seitenansicht

PRUEFKOEKPER 1 (LANGE)

TABELLE 1 - BETONDEHNUNGEN

LASTSTUFE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GESAMTLAST (KP)	0.0	250.0	500.0	750.0	1000.0	1250.0	1500.0	1750.0	2000.0	0.0
MESSTELLEN NR	DEHNUNGEN IN PROMILLE									
1	0.000	-0.002	-0.007	-0.013	-0.019	-0.027	-0.034	-0.042	-0.052	-0.025
2	0.000	-0.003	0.000	0.006	0.015	0.024	0.034	0.048	0.057	0.020
3	0.004	0.003	0.001	0.002	0.003	0.005	0.007	0.011	0.014	0.003
4X	0.069	0.062	0.057	0.055	0.054	0.052	0.052	0.051	0.046	0.048
5	0.000	-0.001	0.000	0.005	0.012	0.019	0.026	0.035	0.041	0.012
6	0.004	0.006	0.008	0.012	0.017	0.022	0.027	0.033	0.036	0.013
7	-0.002	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.005	-0.006	-0.008	-0.010	-0.004
8	0.002	0.005	0.008	0.013	0.018	0.023	0.029	0.035	0.040	0.014
9	0.006	0.010	0.012	0.017	0.022	0.026	0.031	0.037	0.042	0.017
10	0.002	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.004	-0.001
11	0.002	0.006	0.010	0.014	0.020	0.025	0.031	0.038	0.042	0.016
12	0.002	0.006	0.009	0.014	0.019	0.023	0.029	0.036	0.041	0.016
13	-0.019	-0.053	-0.072	-0.091	-0.112	-0.131	-0.149	-0.170	-0.188	-0.100
14	0.001	0.001	0.003	0.007	0.011	0.015	0.020	0.024	0.027	0.015
15	-0.001	-0.002	-0.003	-0.003	-0.004	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.002
16	0.003	0.008	0.011	0.015	0.020	0.024	0.030	0.035	0.040	0.011
17	0.006	0.009	0.012	0.017	0.022	0.027	0.033	0.039	0.043	0.042
18	0.034	0.026	0.027	0.032	0.037	0.043	0.049	0.054	0.058	0.025
19	-0.087	-0.034	-0.030	-0.030	-0.029	-0.031	-0.033	-0.035	-0.038	-0.027
20	0.013	0.019	0.018	0.022	0.026	0.028	0.034	0.041	0.050	0.031

X geändert 69 abgezogen

PRUEFKOEPPER (L)ZANGE, WIEDERBELASTUNG

TABELLE 2 - BETONDEHNUNGEN

LASTSTUFE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GESAMTLAST(KP)	250.0	500.0	750.0	1000.0	1250.0	1500.0	1750.0	2000.0	2250.0	2500.0
MESSTELLEN NR	DEHNUNGEN IN PROMILLE									
1	-0.003	-0.008	-0.014	-0.019	-0.024	-0.030	-0.039	-0.048	-0.060	-0.072
2	-0.001	0.001	0.008	0.015	0.023	0.030	0.040	0.050	0.063	0.077
3	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.005	0.008	0.012	0.016	0.020
4	-0.004	-0.005	-0.004	-0.004	-0.003	-0.004	-0.006	-0.009	-0.012	-0.016
5	-0.002	0.001	0.008	0.015	0.022	0.028	0.035	0.043	0.050	0.058
6	0.001	0.005	0.010	0.015	0.021	0.025	0.030	0.035	0.039	0.045
7	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	0.000	-0.001	-0.003	-0.006	-0.009	-0.011
8	0.000	0.005	0.011	0.017	0.023	0.029	0.035	0.041	0.047	0.009
9	0.002	0.006	0.012	0.017	0.022	0.027	0.033	0.039	0.044	0.011
10	-0.002	-0.003	-0.002	-0.003	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.004	0.000
11	0.004	0.008	0.014	0.020	0.025	0.030	0.036	0.042	0.049	0.015
12	0.004	0.008	0.014	0.020	0.025	0.031	0.037	0.044	0.051	0.014
13	-0.031	-0.051	-0.070	-0.089	-0.107	-0.123	-0.137	-0.152	-0.169	-0.061
14	0.000	0.000	0.004	0.007	0.011	0.015	0.019	0.023	0.027	0.006
15	-0.003	-0.003	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003	-0.004	-0.004	0.000
16	0.000	0.004	0.010	0.014	0.019	0.024	0.028	0.032	0.037	0.007

Nachdem der Körper in der Einspannung gebrochen war, wurden die Stahlplatten der Zange etwas höher geschoben und es wurde die Probe erneut belastet. Für die Nullmessung wurde die in der Prüfmaschine hängende Probe genommen. Die Dehnmessstreifen 17, 18, 19, 20 waren durch den vorherigen Bruch ausgefallen.

Der Bruch trat jetzt ~ 6 cm vor dem unteren Ende der Betonprobe (siehe Bild 4.4) bei einer Bruchlast von 2500 kp ein.

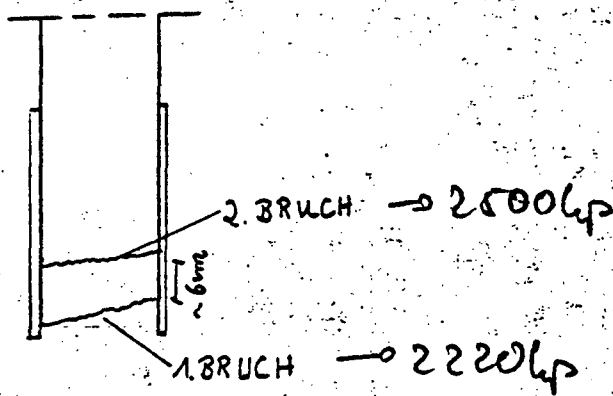


Bild 4.4

Bruchstelle

b.) Klebe Konstruktion

Die Nullmessung geschah an der stehenden unbelasteten Probe. Der Dehnmeßstreifen Nr. 1 befand sich während des Versuches am Fußende der Betonprobe.

Bei der Laststufe 500 kp wurde die Probe entlastet, um die untere Spannmutter der Zügvorrichtung nachzurichten. Danach wurde die Last sofort wieder auf 500 kp gefahren. Die Betonprobe riß direkt über der unteren Klebefuge bei einer Bruchlast von 2500 kp.

PRUEFKUERPER 1 (KLEBEVERBUND)

TABELLE 3 - BETONDEHNUNGEN

LASTSTUFE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
GESAMTLAST(KP)	0.0	250.0	500.0	500.0	750.0	1000.0	1250.0	1500.0	1750.0	2000.0	2250.0
MESSTELLEN NR	DEHNUNGEN IN PROMILLE										
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005
2	0.000	0.004	0.010	0.009	0.013	0.017	0.021	0.025	0.030	0.035	0.040
3	0.001	0.005	0.012	0.012	0.017	0.022	0.028	0.033	0.039	0.045	0.051
4	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004	-0.004	-0.005	-0.006
5	0.000	0.004	0.011	0.010	0.014	0.018	0.023	0.026	0.031	0.036	0.040
6	0.000	0.004	0.010	0.011	0.015	0.021	0.026	0.030	0.035	0.041	0.046
7	-0.001	-0.002	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
8	0.000	0.004	0.010	0.010	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.034	0.038
9	0.000	0.003	0.009	0.010	0.014	0.019	0.023	0.027	0.032	0.037	0.042
10	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
11	0.000	0.005	0.011	0.010	0.015	0.020	0.024	0.029	0.034	0.039	0.043
12	0.000	0.004	0.010	0.007	0.011	0.016	0.019	0.022	0.026	0.029	0.032
13	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003
14	0.000	0.005	0.012	0.009	0.013	0.019	0.023	0.028	0.033	0.039	0.044
15	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.005
16	0.001	0.005	0.013	0.011	0.016	0.021	0.027	0.032	0.038	0.044	0.050
17	0.000	0.004	0.010	0.009	0.013	0.018	0.021	0.024	0.029	0.034	0.039
18	0.001	0.004	0.011	0.010	0.014	0.019	0.021	0.024	0.028	0.033	0.038
19	0.000	-0.001	0.000	0.000	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
20	0.001	0.004	0.011	0.009	0.013	0.017	0.021	0.024	0.029	0.034	0.039

PROEFKORPER 1 (KLUEVERD./WIEDERBEL.)

TABELLE 4 - BETONDEHNUNGEN

LASTSTUFE	1	2	3	4	5	6	7	8
GESAMTLAST(KP)	500.0	500.0	750.0	1000.0	1250.0	1500.0	1750.0	0.0
MESSTELLEN NR	DEHNUNGEN IN PROMILLE							
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.005
2	0.007	0.009	0.013	0.014	0.016	0.016	0.011	0.000
3	0.005	0.007	0.013	0.016	0.020	0.024	0.030	0.001
4	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.004	0.001
5	0.003	0.005	0.010	0.012	0.016	0.018	0.021	-0.002
6	0.005	0.007	0.013	0.016	0.021	0.024	0.030	0.000
7	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	0.000
8	0.004	0.006	0.011	0.014	0.018	0.021	0.026	0.000
9	0.004	0.006	0.012	0.015	0.020	0.024	0.029	0.000
10	-0.001	-0.002	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	0.000
11	0.004	0.008	0.013	0.017	0.022	0.026	0.032	0.000
12	0.004	0.007	0.012	0.015	0.020	0.023	0.028	0.000
13	-0.001	-0.003	-0.004	-0.007	-0.009	-0.011	-0.013	-0.007
14	0.005	0.008	0.015	0.019	0.025	0.029	0.035	0.000
15	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.004	-0.004	0.000
16	0.004	0.007	0.014	0.018	0.024	0.029	0.035	-0.001
17	0.003	0.006	0.013	0.017	0.022	0.026	0.032	-0.001
18	0.003	0.005	0.013	0.016	0.022	0.027	0.033	-0.002
19	-0.002	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.002
20	0.003	0.006	0.012	0.016	0.021	0.025	0.031	-0.002

4.3.2 Prüfkörper 2

a) Zangenartige Lasteintragungs Konstruktion

Die Nullmessung geschah an der stehenden unbelasteten Probe. Der Dehnmessstreifen Nr. 1 befand sich während des Versuches am Kopfende des Betonkörpers.

Im Einleitungsbereich der beiden Zangen wurde die Betonoberseite zum besseren Sitz der Zangen eben geschliffen. An der Schalungsseite waren im verjüngten Querschnitt mehrere Löcher mit maximalen Durchmesser von $\sim 16 \text{ mm}$ zu erkennen.

Der Bruch trat im oberen Übergangsbereich vom vollen zum verjüngten Querschnitt bei einer Bruchlast von 2000 kN ein.

Die Bruchfläche (siehe Bild 4.5) war $11,0 \text{ cm} \times 15,0 \text{ cm}$

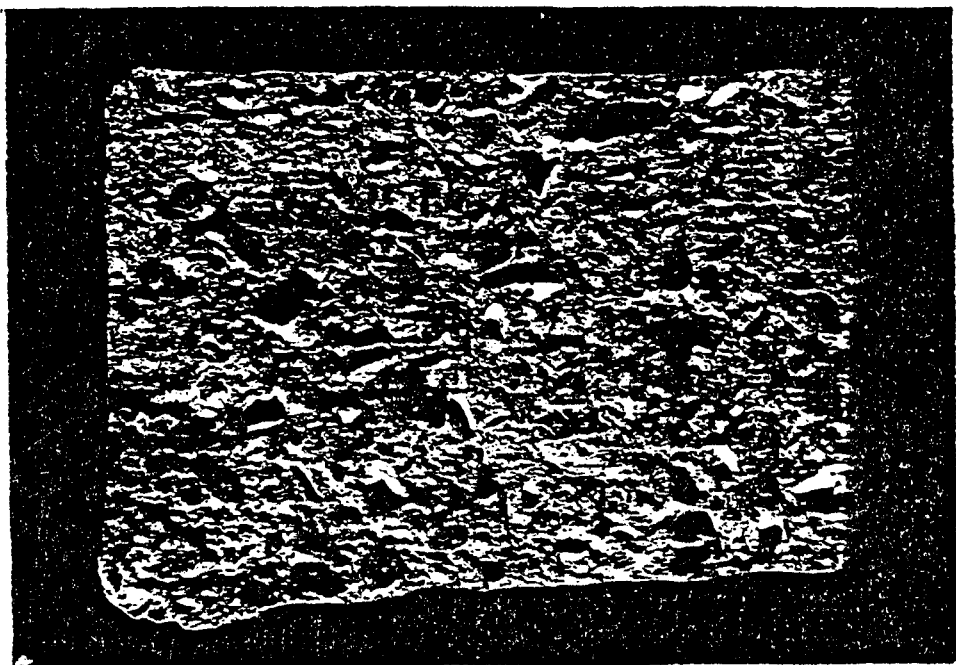


Bild 4.5

Bruchfläche

PROJEKTIERUNG 2(ZWINGE)

TABELLE 5 - BETONDEHNUNGEN

LASTSTUFE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GESAMTLAST(KP)	0.0	250.0	500.0	750.0	1000.0	1250.0	1500.0	1750.0	2000.0
MESSTELLEN NR	DEHNUNGEN IN PROMILLE								
1	0.000	-0.011	-0.020	-0.029	-0.042	-0.050	-0.060	-0.074	-0.023
2 X	0.043	0.054	0.064	0.074	0.083	0.088	0.095	0.102	0.107
3	0.001	0.000	0.001	0.003	0.005	0.007	0.008	0.010	0.011
4	0.000	-0.003	-0.006	-0.011	-0.015	-0.018	-0.021	-0.023	-0.026
5	0.003	0.008	0.013	0.018	0.024	0.028	0.033	0.038	0.044
6	0.001	0.008	0.014	0.020	0.027	0.032	0.037	0.043	0.046
7	0.000	-0.003	-0.007	-0.010	-0.015	-0.018	-0.022	-0.026	0.006
8	0.004	0.011	0.017	0.023	0.031	0.037	0.045	0.052	0.000
9	0.004	0.010	0.015	0.021	0.028	0.034	0.040	0.045	0.000
10	0.006	0.013	0.021	0.029	0.037	0.044	0.052	0.064	0.000
11	-0.001	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.004	-0.005	-0.006	-0.005
12	0.002	0.009	0.018	0.026	0.037	0.044	0.055	0.003	0.009
13	0.002	0.009	0.016	0.023	0.031	0.036	0.044	0.052	0.006
14	0.000	0.000	0.001	0.004	0.008	0.011	0.014	0.019	0.001
15	0.005	0.014	0.021	0.028	0.037	0.042	0.047	0.056	0.000
16	-0.001	0.008	0.015	0.021	0.030	0.036	0.041	0.049	-0.001
17	0.005	0.009	0.016	0.022	0.030	0.035	0.041	0.049	0.005
18	-0.048	-0.041	-0.041	-0.042	-0.040	-0.043	-0.049	-0.052	-0.054
19	0.005	0.010	0.015	0.022	0.030	0.036	0.045	0.057	0.013
20	0.000	0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.002	-0.004	-0.005	0.000

x geändert 43 abgelesen

b) KlebeKonstruktion

Die Nullmessung geschah an der stehenden unbelasteten Probe. Der Dehnmeßstreifen Nr. 1 befand sich während des Versuches am Fußende der Betonprobe.

Der Bruch trat im unteren Übergangsbereich von 15,5 cm zum 10/10 cm Querschnitt bei einer Bruchlast von 2700 kp auf.

Die Bruchfläche (siehe Bild 4.6) war 11,5 cm x 15 cm.

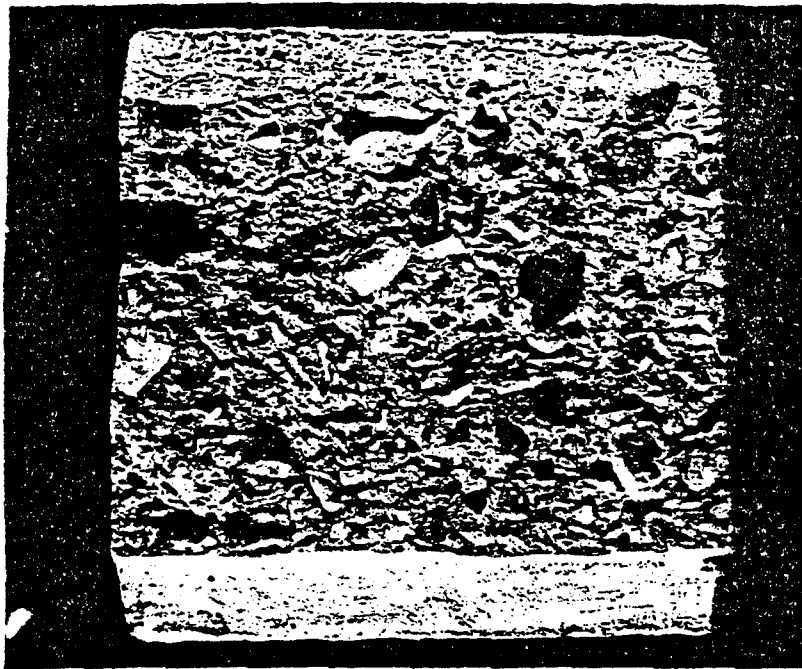


Bild 4.6

Bruchfläche

PRUEFKOEPPER 2 (KLEBEVORRICHTUNG)

TABELLE 5 - BETONDEHNUNGEN

LASTSTUFE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
GESAMTLAST (KP)	0.0	250.0	500.0	750.0	1000.0	1250.0	1500.0	1750.0	2000.0	2250.0	2500.0
MESSTELLEN NR	DEHNUNGEN IN PROMILLE										
1	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003	-0.002	-0.002	-0.003	-0.002	-0.003	-0.003	-0.002
2	-0.003	0.000	0.004	0.009	0.015	0.020	0.025	0.031	0.038	0.043	0.050
3	0.002	0.006	0.010	0.014	0.019	0.023	0.027	0.032	0.036	0.041	0.045
4	-0.003	-0.003	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.006	-0.006
5	0.000	0.004	0.007	0.012	0.017	0.022	0.028	0.032	0.038	0.042	0.048
6	0.001	0.004	0.008	0.011	0.016	0.020	0.024	0.028	0.033	0.036	0.039
7	0.000	-0.002	-0.004	-0.004	-0.004	-0.006	-0.007	-0.009	-0.010	-0.011	-0.013
8	0.002	0.009	0.013	0.019	0.024	0.031	0.037	0.043	0.047	0.053	0.058
9	0.002	0.007	0.012	0.018	0.025	0.031	0.038	0.044	0.049	0.058	0.063
10	0.003	0.010	0.015	0.021	0.029	0.035	0.042	0.048	0.054	0.061	0.068
11	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004	-0.004	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.006	-0.008
12	-0.001	0.004	0.010	0.017	0.025	0.031	0.039	0.046	0.053	0.060	0.067
13	-0.003	0.000	0.005	0.012	0.019	0.025	0.033	0.040	0.047	0.054	0.061
14	-0.002	0.000	0.005	0.012	0.019	0.024	0.031	0.037	0.043	0.050	0.056
15	-0.004	0.000	0.007	0.016	0.026	0.036	0.047	0.057	0.069	0.082	0.099
16	-0.001	0.004	0.012	0.021	0.031	0.039	0.050	0.059	0.065	0.080	0.089
17	0.000	0.003	0.010	0.016	0.023	0.029	0.037	0.043	0.049	0.055	0.058
18	0.000	0.000	0.000	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005	-0.007	-0.008	-0.010	-0.012
19	-0.247	0.799	-0.190	-0.210	-0.206	-0.199	-0.196	-0.191	-0.185	-0.178	-0.167
20	0.004	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.003	-0.004	-0.006	-0.007	-0.010

ausgefaellt

4.3.3 Prüfkörper 3

a.) Zangenartige Lasteintragungs Konstruktion

Die Nullmessung geschah an der stehenden unbelasteten Probe. Der Dehnmeßstreifen Nr. 1 befand sich während des Versuches am Kopfende der Betonprobe.

Im Einleitungsbereich der Zangen wurde die Betonieroberseite und Betonierunterseite eben abgeschliffen. An der Schalungsoberseite waren im verjüngten Querschnitt mehrere Löcher mit $\sim \varnothing 16 \text{ mm}$ zu erkennen.

Bei einer Last von 1400 kp ging der Betonkörper im Einleitungsbereich der oberen Zange, etwa 6 cm vor Kopfende, zu Bruch.

Da die Zange am Kopfende noch genug Fläche zum Fassen hatte, wurde die Last weiter gesteigert. Bei 1500 kp fing die untere Zange an zu rutschen. Mit Hilfe des Querstabes, der die beiden Diagonalstäbe verbindet, wurde die hintere Großbacke der Zange stärker an den Betonkörper gepreßt.

Bei einer Last von 1750 kp begann die obere Zange zu rutschen. Die Probe wurde dann entlastet, neu eingesetzt und wieder belastet.

Bei 2000 kp trat ein Bruch im oberen Spannungsbereich der Zange.

Prüfkörper 3 (Zange)

Tabelle 7- Betondehnungen

Probe bei 1460kp im
Einleitungsbereich
der Zange gerissen.

Untere Zange rüsst
Gewindestange nach-
gezogen.

Laststufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gesamtlast (Kp)	0.0	250	500	750	1000	1250	1250	1500	1500	1750

Messtellen Nr.

1	- 0.007	- 0.028	- 0.045	- 0.022	- 0.021	- 0.031	—	—	—	—
2	- 0.002	0.002	- 0.010	- 0.014	0.017	0.022	—	—	—	—
3	0.002	0.000	0.004	0.015	0.018	0.018	- 0.012	- 0.014	- 0.012	- 0.011
4	- 0.003	- 0.003	- 0.005	- 0.006	- 0.007	- 0.008	- 0.012	- 0.012	- 0.011	- 0.014
5	- 0.001	- 0.003	0.001	0.007	0.010	0.013	- 0.007	- 0.011	- 0.010	- 0.013
6	0.002	0.001	0.005	0.009	0.013	0.016	0.009	0.009	0.013	0.018
7	- 0.008	- 0.015	- 0.017	- 0.020	- 0.021	- 0.022	- 0.032	- 0.028	- 0.028	- 0.025
8X	- 0.051	- 0.057	- 0.066	- 0.075	- 0.083	- 0.092	- 0.172	- 0.174	- 0.183	- 0.199
9	0.012	0.014	0.021	0.025	0.031	0.037	0.039	0.036	0.047	0.056
10	- 0.001	0.004	0.011	0.016	0.022	0.028	0.030	0.023	0.040	0.045
11	- 0.002	0.003	0.011	0.014	0.020	0.027	0.026	0.021	0.038	0.044
12	0.000	0.006	0.014	0.019	0.026	0.034	0.034	0.028	0.047	0.058
13	0.002	0.009	0.017	0.022	0.030	0.040	0.041	0.034	0.055	0.070
14	0.001	0.008	0.015	0.021	0.029	0.037	0.037	0.030	0.051	0.062
15	0.001	0.007	0.016	0.020	0.028	0.037	0.037	0.030	0.051	0.064
16	- 0.001	0.005	0.014	0.018	0.027	0.035	0.031	0.023	0.043	0.052
17	- 0.002	0.002	0.008	0.009	0.014	0.022	0.026	0.021	0.030	0.035
18	- 0.014	- 0.017	- 0.018	- 0.023	- 0.027	- 0.027	- 0.028	- 0.023	- 0.031	- 0.034
19	- 0.002	- 0.002	- 0.002	- 0.005	- 0.005	- 0.004	- 0.003	- 0.002	- 0.002	- 0.003
20	0.002	0.009	0.019	0.025	0.035	0.047	0.047	0.035	0.048	- 0.056

geändert - 51algeren

Küf Körper 3 (Länge) Probe neu eingehängt
Tabelle 7 - Betondehnungen

Laststufe	11	12	13	14
Gesamtlast (Kp)	1000	1250	1500	1750
Messstellen Nr.				
3	0.002	0.001	0.001	0.003
4	-0.005	-0.005	-0.005	-0.007
5	-0.004	-0.006	-0.004	-0.001
6	0.004	0.005	0.008	0.013
7	-0.030	-0.030	-0.030	-0.028
8	-0.148	-0.160	0.171	0.185
9	0.037	0.041	0.046	0.052
10	0.027	0.032	0.038	0.043
11	0.022	0.027	0.033	0.038
12	0.030	0.036	0.043	0.050
13	0.040	0.047	0.056	0.065
14	0.030	0.037	0.044	0.051
15	0.033	0.041	0.049	0.057
16	0.030	0.033	0.042	0.048
17	0.016	0.020	0.026	0.030
18	-0.036	-0.039	-0.041	-0.044
19	-0.005	-0.006	-0.006	-0.007
20	0.038	0.046	0.055	0.066

b.) Klebe Konstruktio

Die Nullmessung geschah an der stehenden unbelasteten Probe. Der Dehnmessstreifen Nr. 1 befand sich während des Versuches am Kopfende des Beton Körpers.

Der Bruch trat im oberen Bereich (siehe Bild 4.7) bei einer Bruchlast von 2470 kp auf.

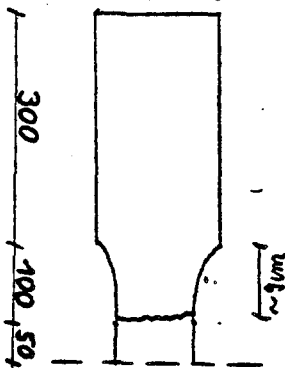


Bild 4.7

Bruchstelle

PRUEFKOERPER 3 (KLEBEVORRICHTUNG)

TABELLE 8 - BETONDEHNUNGEN

LASTSTUFE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GESAMTLAST (KP)	250.0	500.0	750.0	1000.0	1250.0	1500.0	1750.0	2000.0	2250.0
MESSTELLEN NR	DEHNUNGEN IN PROMILLE								
1	-0.005	-0.006	-0.006	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
2	0.002	0.003	0.005	0.007	0.011	0.012	0.015	0.019	0.021
3	0.002	0.006	0.009	0.012	0.017	0.020	0.024	0.029	0.032
4	-0.003	-0.005	-0.006	-0.007	-0.007	-0.008	-0.008	-0.008	-0.009
5	0.003	0.006	0.009	0.012	0.017	0.019	0.024	0.029	0.031
6	0.002	0.005	0.009	0.012	0.017	0.020	0.025	0.031	0.033
7	0.004	0.008	0.011	0.014	0.019	0.022	0.028	0.033	0.037
8	-0.002	-0.003	-0.005	-0.008	-0.007	-0.009	-0.009	-0.009	-0.011
9	0.005	0.009	0.013	0.017	0.023	0.027	0.031	0.038	0.041
10	0.006	0.010	0.015	0.020	0.027	0.031	0.038	0.043	0.048
11	0.007	0.010	0.013	0.018	0.023	0.027	0.033	0.036	0.040
12	0.008	0.012	0.017	0.022	0.028	0.034	0.040	0.045	0.051
13	0.009	0.014	0.021	0.028	0.036	0.042	0.051	0.058	0.069
14	0.007	0.011	0.015	0.020	0.026	0.032	0.038	0.042	0.041
15	0.007	0.012	0.017	0.023	0.030	0.037	0.044	0.049	0.059
16	0.010	0.016	0.023	0.030	0.039	0.047	0.057	0.063	0.074
17	0.008	0.013	0.016	0.021	0.028	0.034	0.041	0.045	0.055
18	-0.001	-0.002	-0.007	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.012	-0.011
19	-0.001	-0.001	-0.005	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.010	-0.011
20	0.011	0.019	0.026	0.034	0.043	0.051	0.062	0.069	0.083

4.4. Auswertung der Versuchsergebnisse

4.4.1. Symmetrie

4.4.1.1. Zangenartige Lasteintragungs Konstruktion

Mit Hilfe der Dehnmessstreifen an der Rückseite bzw. der unteren Hälfte des Prüfkörpers kann man gut die Symmetrie der Krafteinleitung kontrollieren. Die Symmetrie betrachtungen werden in bezug auf Vorder- und Rückseite des Prüfkörpers und in bezug auf die obere und untere Prüfkörperhälfte angestellt.

Beim ersten Prüfkörper weisen die Meßstellen 11 und 16 gute Werte auf. In diesem Bereich wird der Prüfkörper nahezu durch eine zentrische Zugkraft beansprucht.

(siehe Diagramm 4.2)

Im Krafteinleitungsbereich der Zange in Höhe der Meßstellen 6 und 14 hat die Zugkraft ihre zentrische Lage noch nicht erreicht. Der Dehnungsunterschied an Vorder- und Rückseite beträgt hier ungefähr 25%.

Die Meßstellen 1 und 13 messen die Querdehnungen am Kopf des Prüfkörpers. Zwischen diesen Meßstellen bestehen große Unterschiede. Ihre $\varepsilon(P)$ Kurven sind relativ gleich, jedoch erfährt die Meßstelle 13 eine hohe Vordehnung, d.h. über die Dicke des Querschnittes

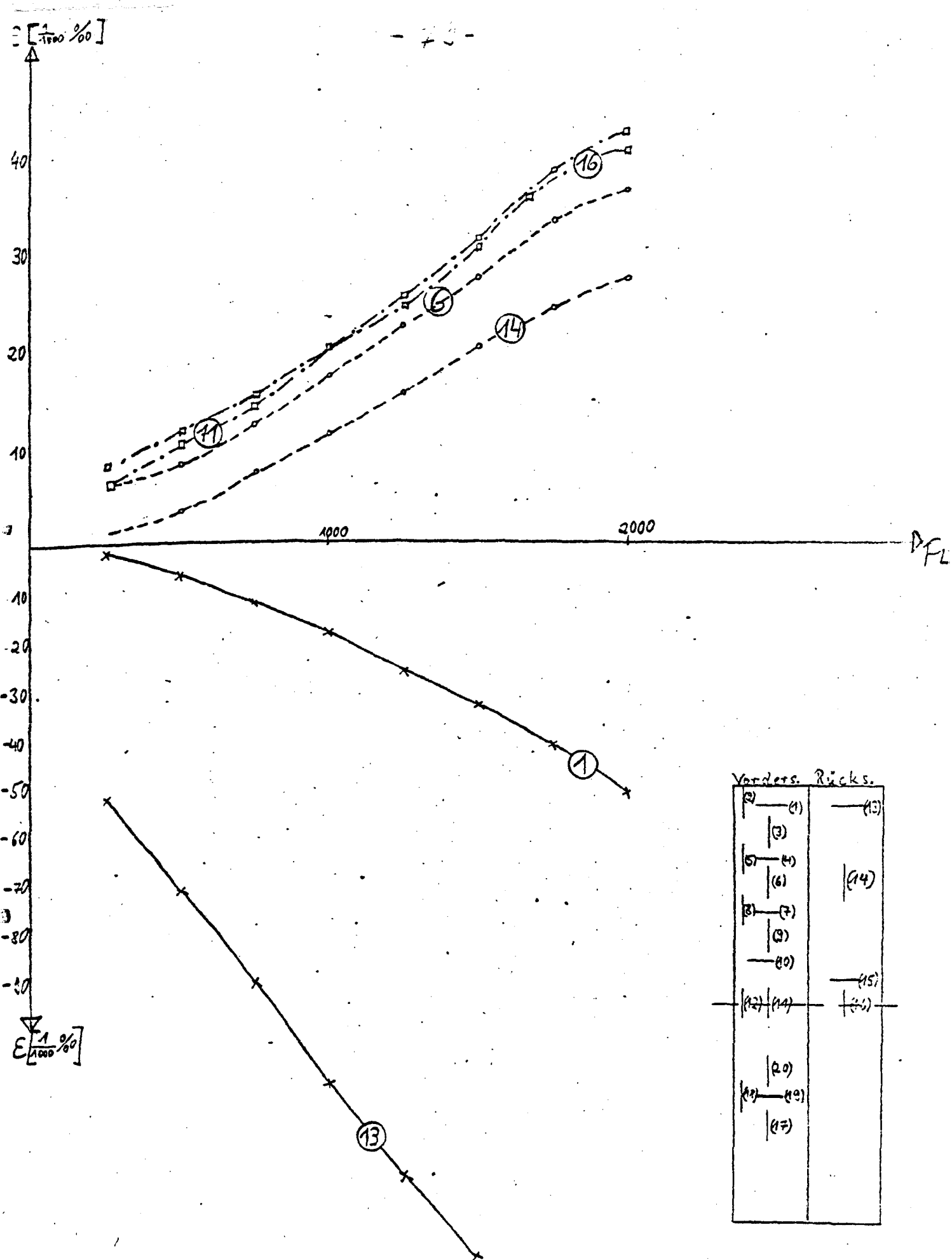


Diagramm 4.2

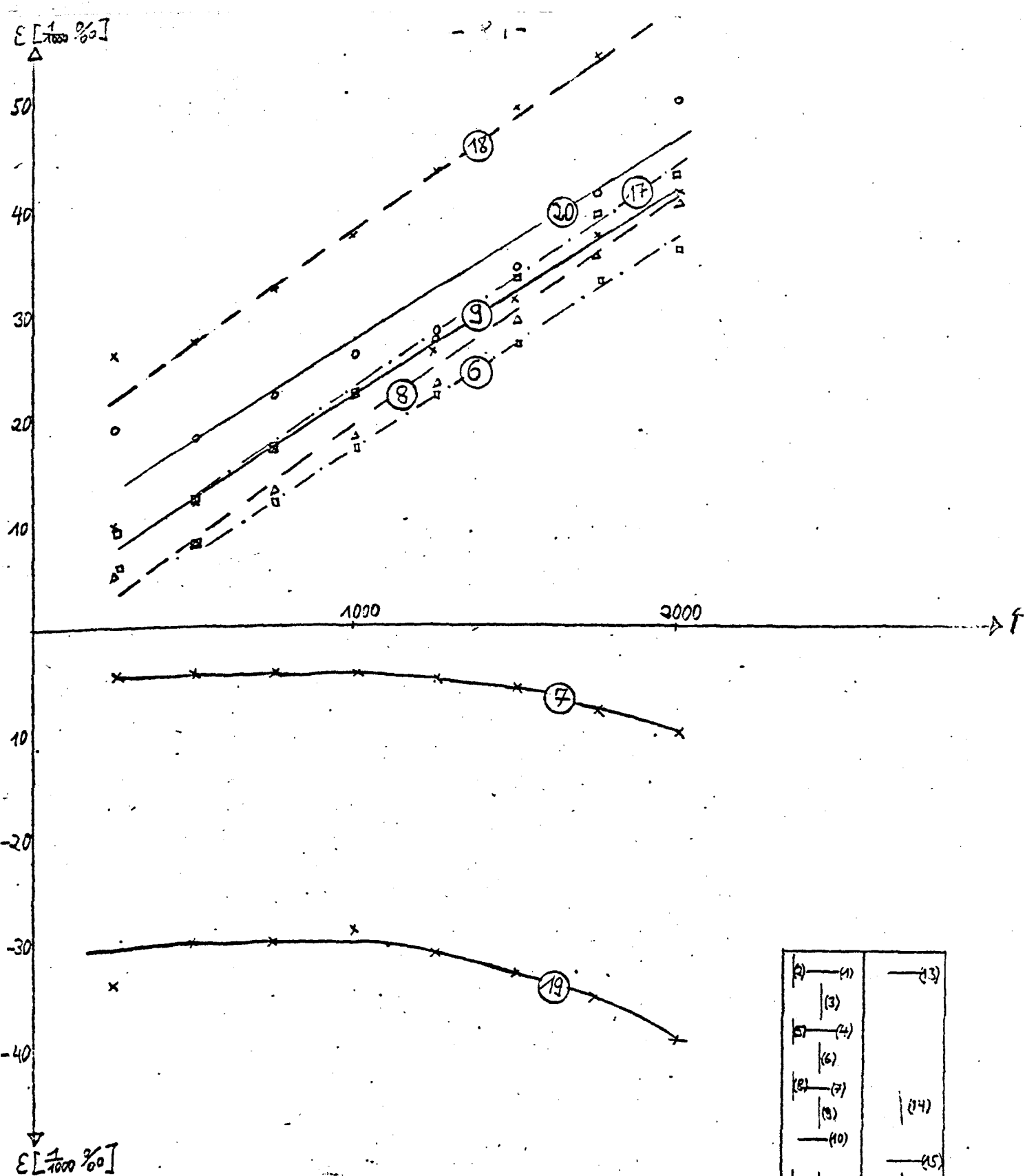
Symmetrie Vorderseite - Rückseite (Prüfkörper 1 Länge)

wird die obere Querkraft P_1 nicht konstant eingeleitet. Die hohe Vordehnung an der Rückseite deutet darauf hin, daß die Zange den Prüf Körper nicht symmetrisch fassen konnte, weil die Betonoberflächen nicht planparallel geschliffen wurden.

Durch Nachmessen mit der Schublehre wurden Abweichungen von der Planparallelität von $\sim 1,5 \text{ mm}$ festgestellt.

Da zu Beginn des Versuches mit Hilfe der Querstäbe ein Anfangsdruck auf den Betonkörper von Hand eingestellt wurde, können die unterschiedlichen Aussagen der Meßstellen 1 und 13 auch durch ungleiches Anspannen begünstigt worden sein. Über die Symmetrie der Krafteinleitung am Kopf- und Fußende geben die Dehnmessstreifen (8,18), (9,20) und (7,19) Aufschluß (siehe Diagramm 4.3)

Aus den $\epsilon(P)$ Verläufen ist zu erkennen, daß die Meßstellen der unteren Prüfkörperhälfte gewisse Vordehnungen gegenüber denen der oberen Prüfkörperhälfte erhalten haben. Dies erklärt auch, daß der Prüfkörper in der unteren und nicht in der oberen



(2)	(1)	(13)
(3)		
(4)	(4)	
(5)	(6)	
(6)	(7)	(14)
(7)	(8)	
(8)	(10)	(15)
(9)	(11)	(16)
(10)		
(11)	(12)	
(12)	(13)	
(13)		
(14)	(17)	
(15)		
(16)		
(17)		

Diagramm 4.3

Symmetrie oben-unten (Prüfkörper 1 Zange)

Einspannung brach. Meßstellen 7 und 19 zeigen, daß zu Beginn des Versuches die obere und untere Zange nicht symmetrisch faßten. Als die Betonprobe in die Prüfmaschine gehängt wurde, erhielt die Meßstelle 19 eine hohe Anfangsdehnung. Beim zweiten und dritten Prüfkörper sind die Symmetrieeigenschaften schlechter als beim Rechteckquerschnitt. (siehe Diagramme 4.4-4.6) Die Zugkraft wird nicht zentrisch eingeleitet, wobei die Exzentrizität mit steigender Belastung zunimmt. An den Meßstellen 11 und 20 des zweiten Querschnittes kann man gut das Ende des Kräfteinleitungsbereiches der Zange erkennen. Es treten an dieser Stelle nur geringe Querdehnungen auf. Ansonsten zeigen die $\epsilon(P)$ Kurven des zweiten und dritten Prüfkörpers dieselbe Unsymmetrie der Kräfteinleitung wie die des ersten Versuches. Besonders hervorzuheben sind noch die Meßstellen 5 und 7 des dritten Querschnittes. (siehe Diagramm 4.6) Sie zeigen die Längsdehnungen an der Vorderseite an, wobei die Meßstelle 7 Stauchungen aufweist. Dies deutet auf eine vollkommen unsymmetrische Kräfteinleitung hin. Durch Nachmessen der Planparalleli-

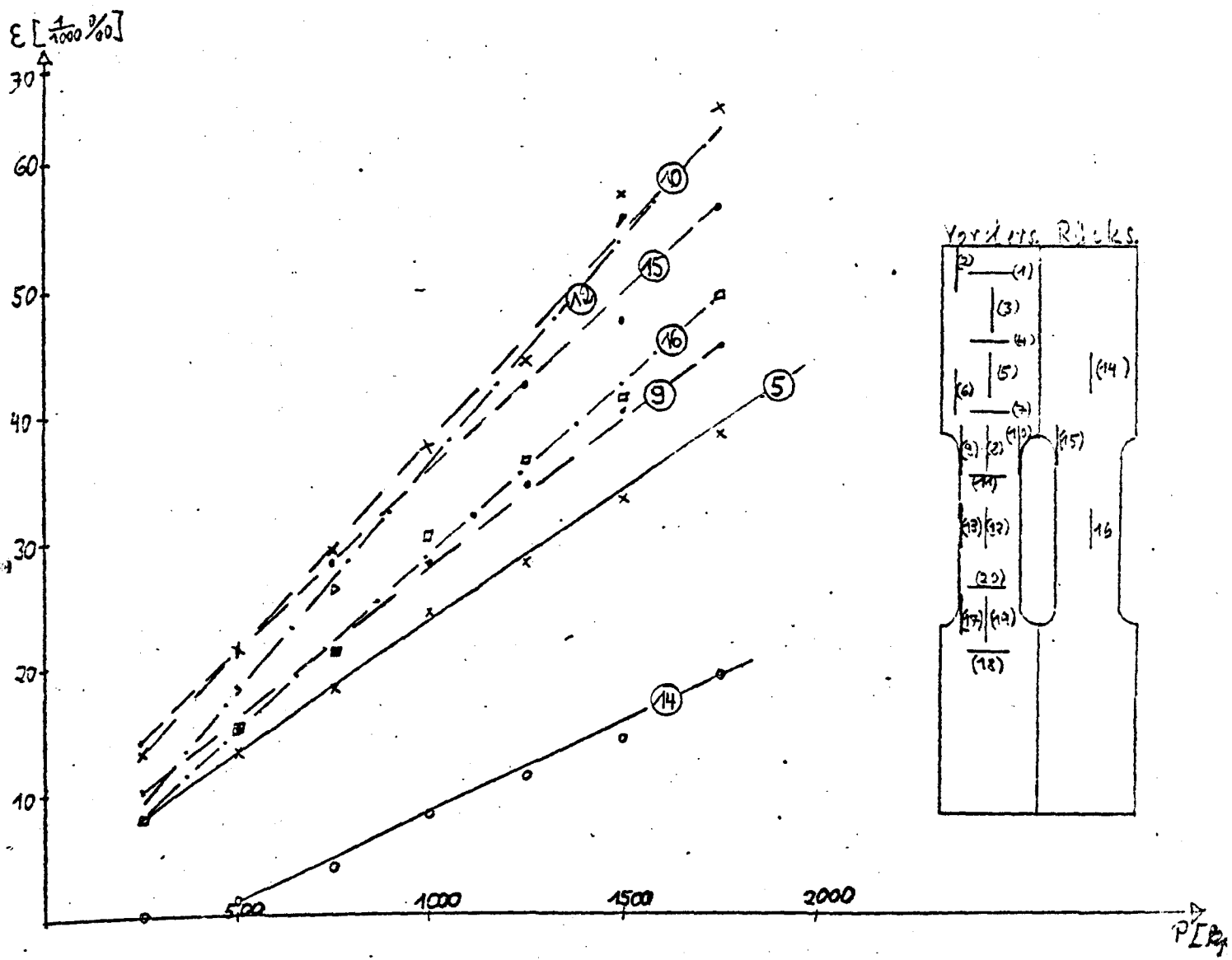


Diagramm 4.4

Symmetrie Vorderseite - Rückseite (Prüfkörper 2 Zange)

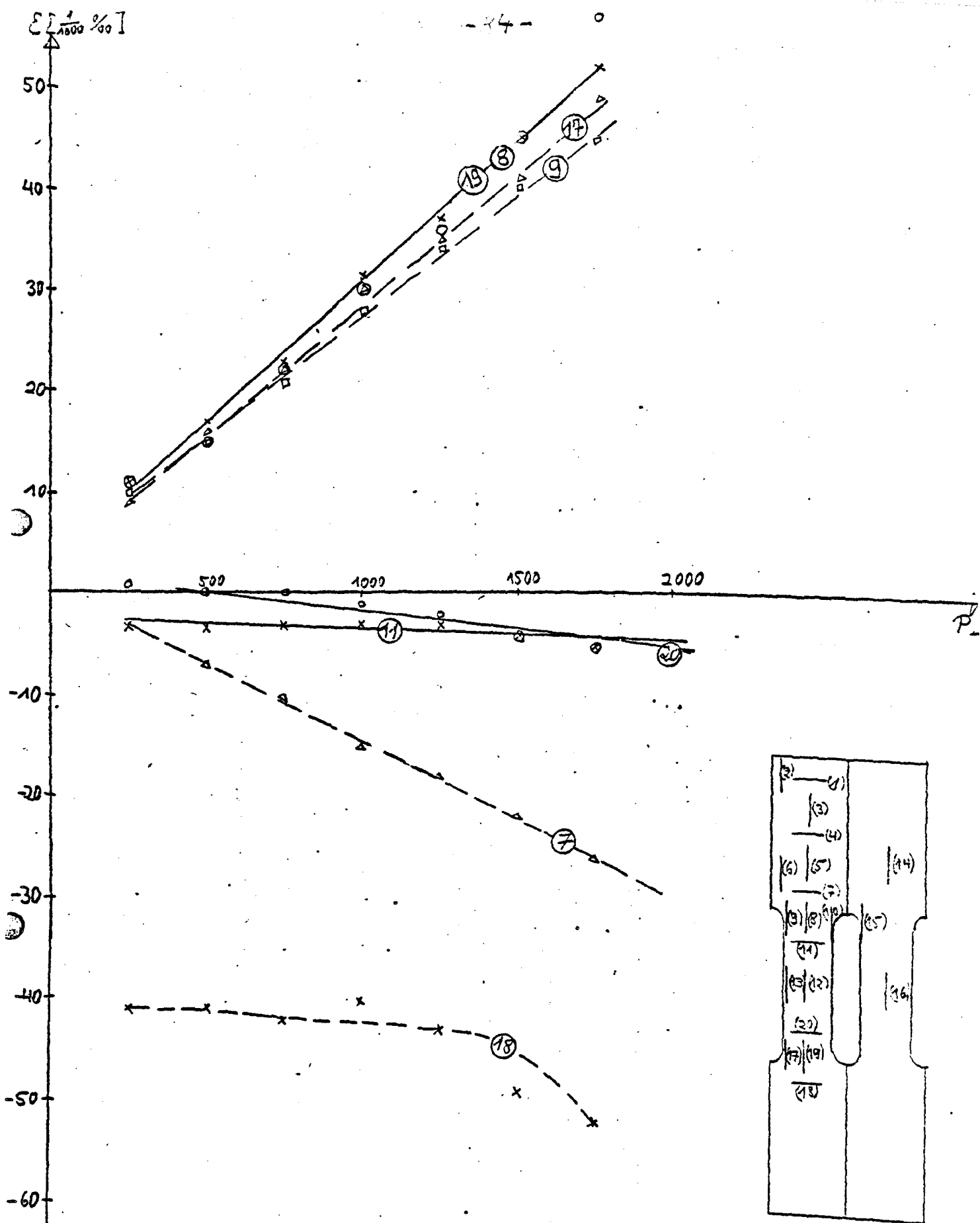


Diagramm 4.5

Symmetrie oben-unten (Prüfkörper 2 Zange)

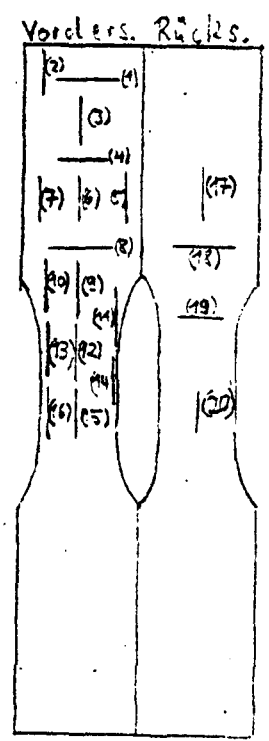
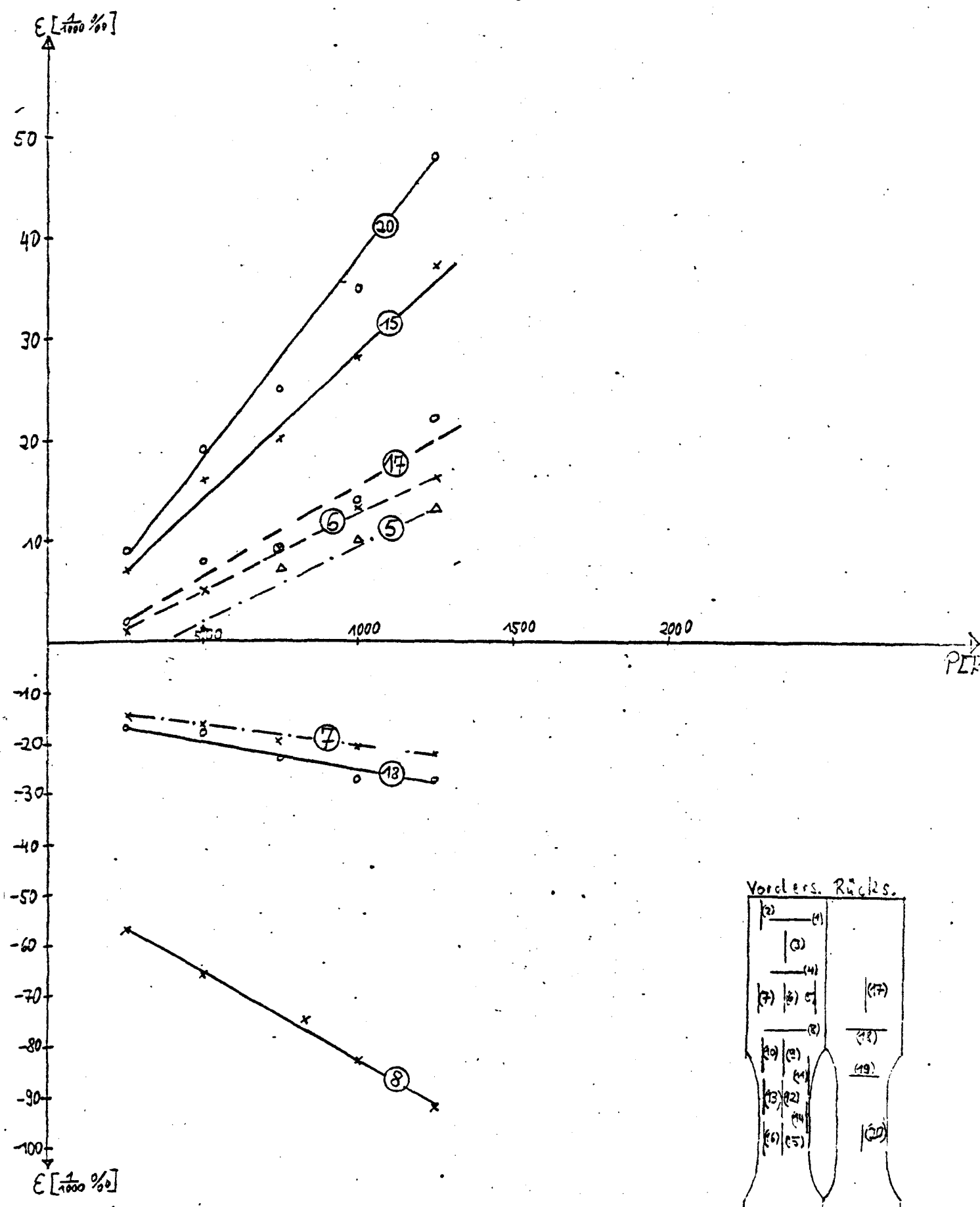


Diagramm 4.6

Symmetrie Vorderseite-Rückseite (Prüfkörper 3 Zange)

tät der Betonoberflächen könnten Differenzen bis zu 2 mm bei diesem Prüfkörper festgestellt werden. Diese starken Unterschiede vermag die starre Stahlplatte nicht auszugleichen.

Aus den Symmetriebetrachtungen der drei Prüfkörper ist zu sehen, daß die bei der rechnerischen Untersuchung des Kräfteinleitungsbereiches der Bange gemachten Vereinfachungen nicht uneingeschränkt zutreffen. Aufgrund der Dehnungsunterschiede an Vorder- und Rückseite des Prüfkörpers handelt es sich um ein räumliches Kräfteinleitungsproblem, woraus sich gewisse Differenzen der Ergebnisse aus Rechnung und Versuch ergeben.

4.4.1.2. Klebekonstruktion

Beim ersten Prüfkörper liegen alle ϵ (P) Linien relativ eng zusammen, d.h. die Zugspannungen sind gleichmäßig über die Länge des Querschnittes verteilt. (siehe Diagramm 4.7 + 4.8)

Meßstellen (1,13) und (7,19) geben Aufschluß über die Querdehnzahl des Betons bei Zugbelastung. Die Querdehnung beträgt ungefähr $1/10$ der Längsdehnung. Die Zugkraft ist relativ zentrisch eingeleitet worden. Der zweite und dritte Prüfkörper weisen nicht so gute Symmetrieeigenschaften in bezug auf Vorder- und Rückseite auf. (siehe Diagramm 4.9 - 4.11)

Mit zunehmender Belastung zeigen sich wieder starke Exzentrizitäten der eingeleiteten Zugkräfte. Aus diesem Grunde werden bei den Hauptversuchen Abstandshalter zwischen den beiden Stahlplatten der Klebevorrichtung angebracht, um somit die 4 Stäbe der Zugvorrichtung gleich zu belasten und eine etwaige Biegebeanspruchung der Platten zu vermeiden.

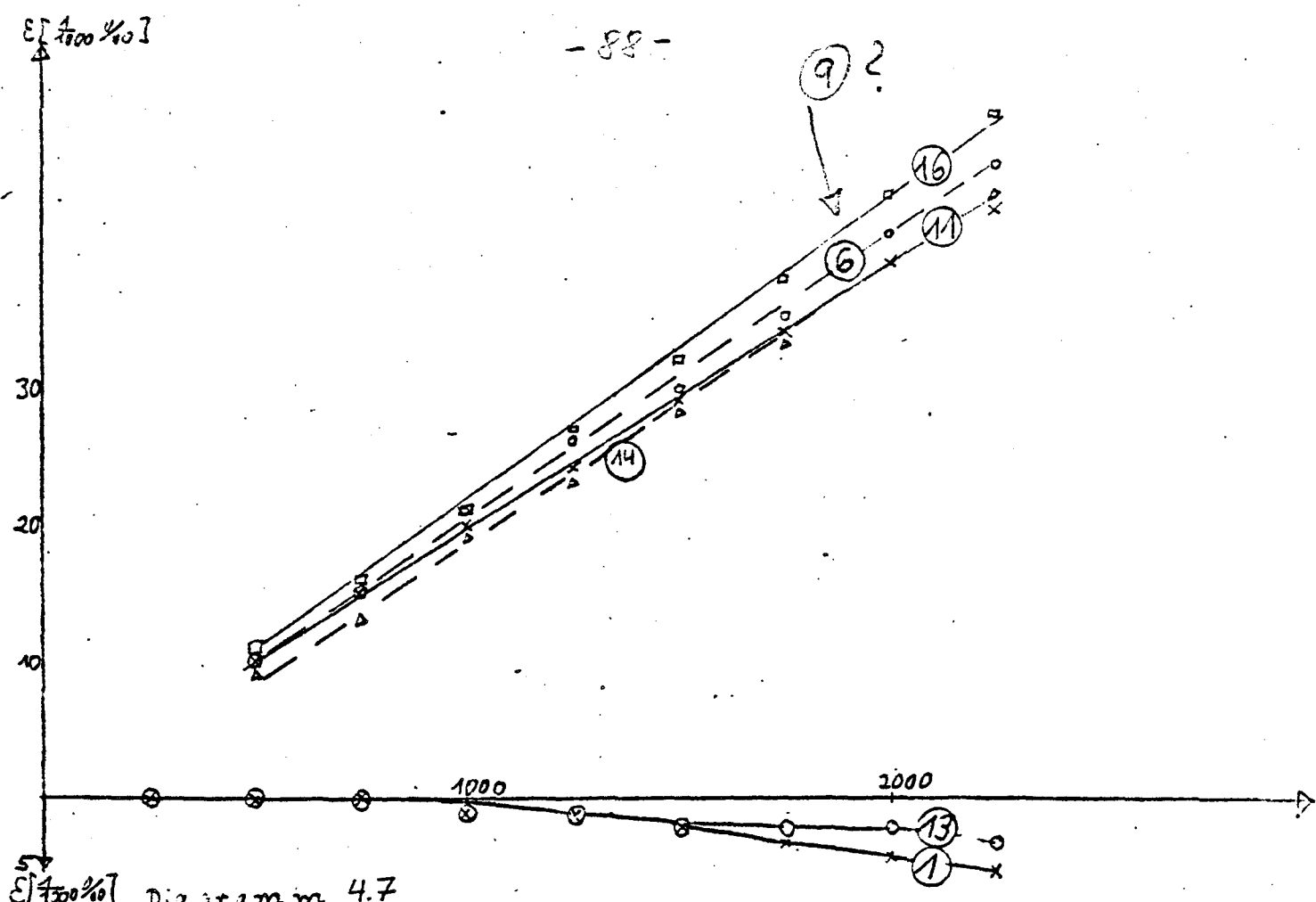


Diagramm 4.7
Symmetrie Vorderseite - Rückseite (Prüfkörper / Klebekonstr.)

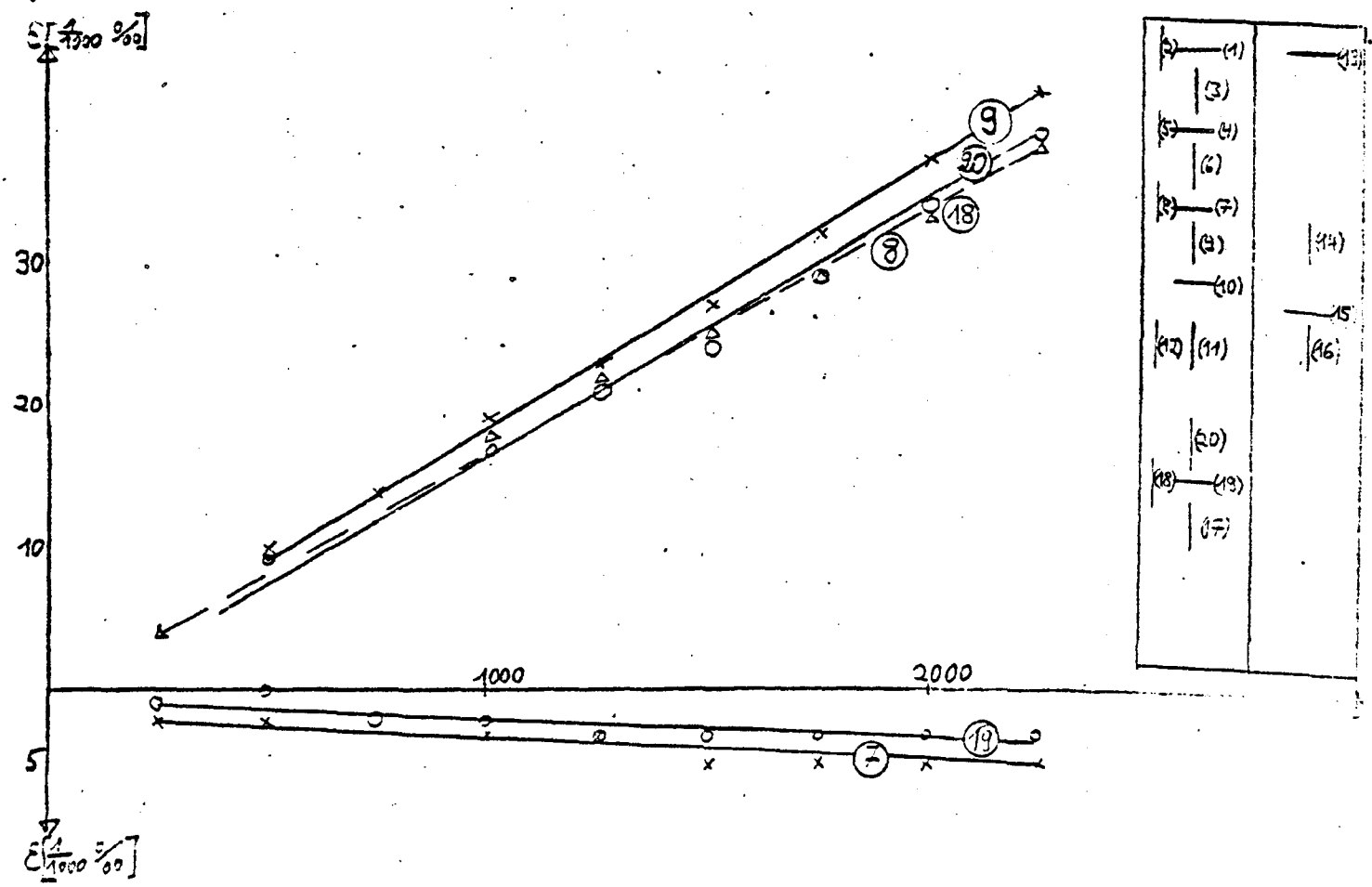


Diagramm 4.8

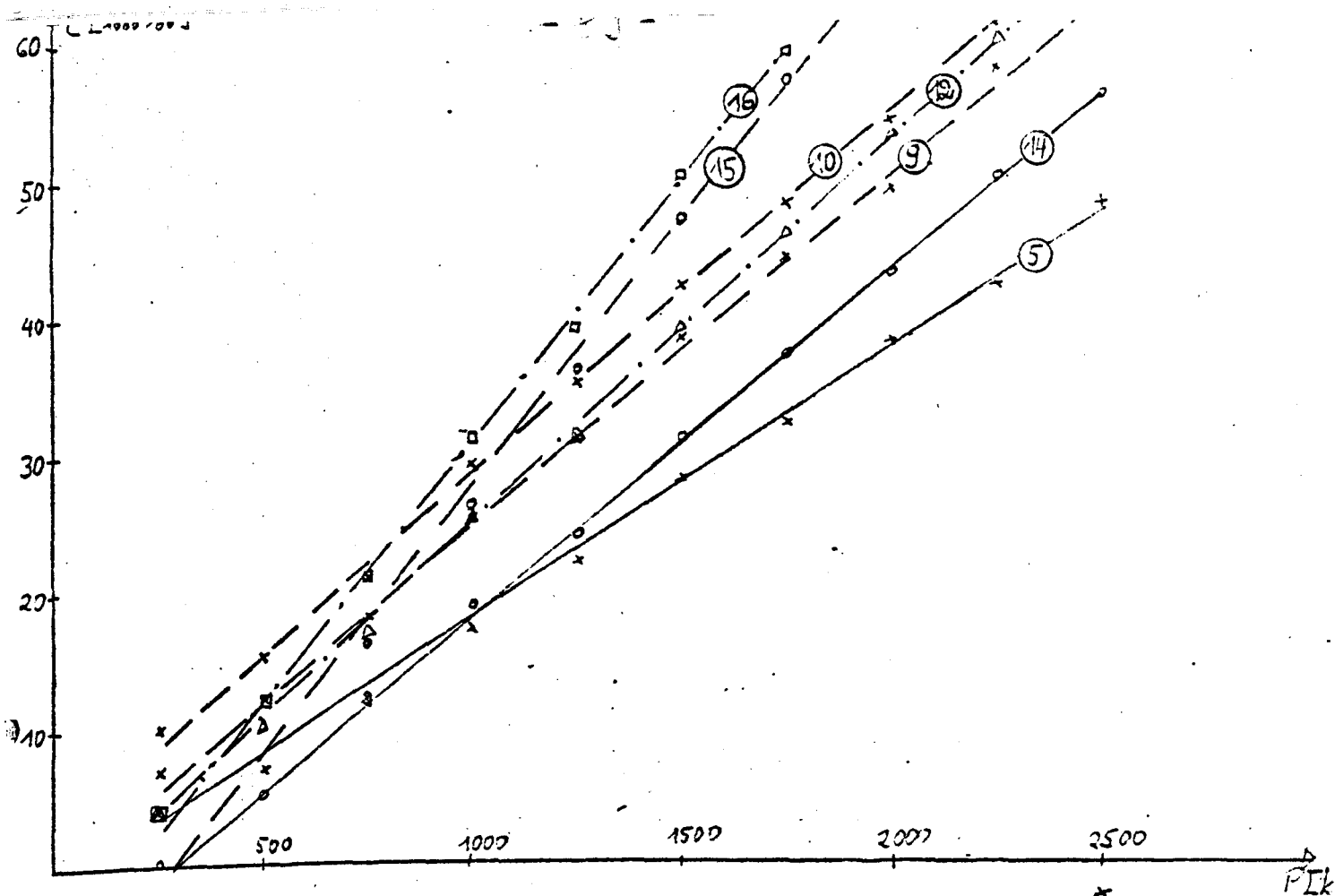


Diagramm 4.9

Symmetrie Vorderseite-Rückseite (Prüfkörper 2)

Klebe konstr.

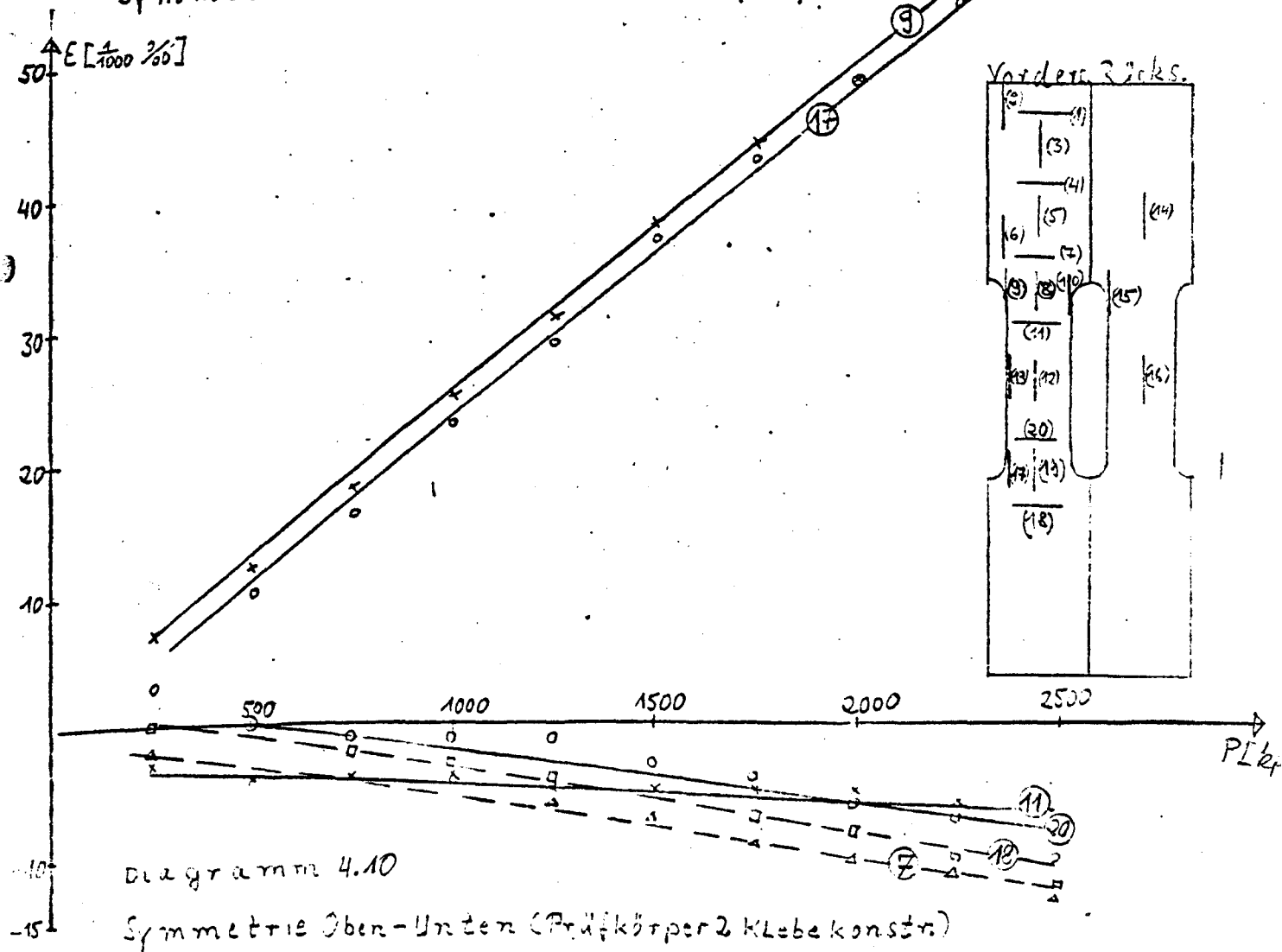


Diagramm 4.10

Symmetrie Oben-Unten (Prüfkörper 2 Klebe konstr.)

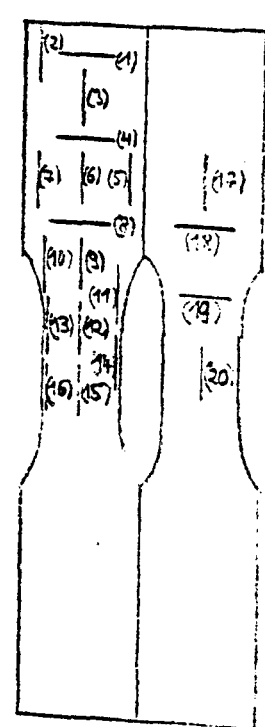
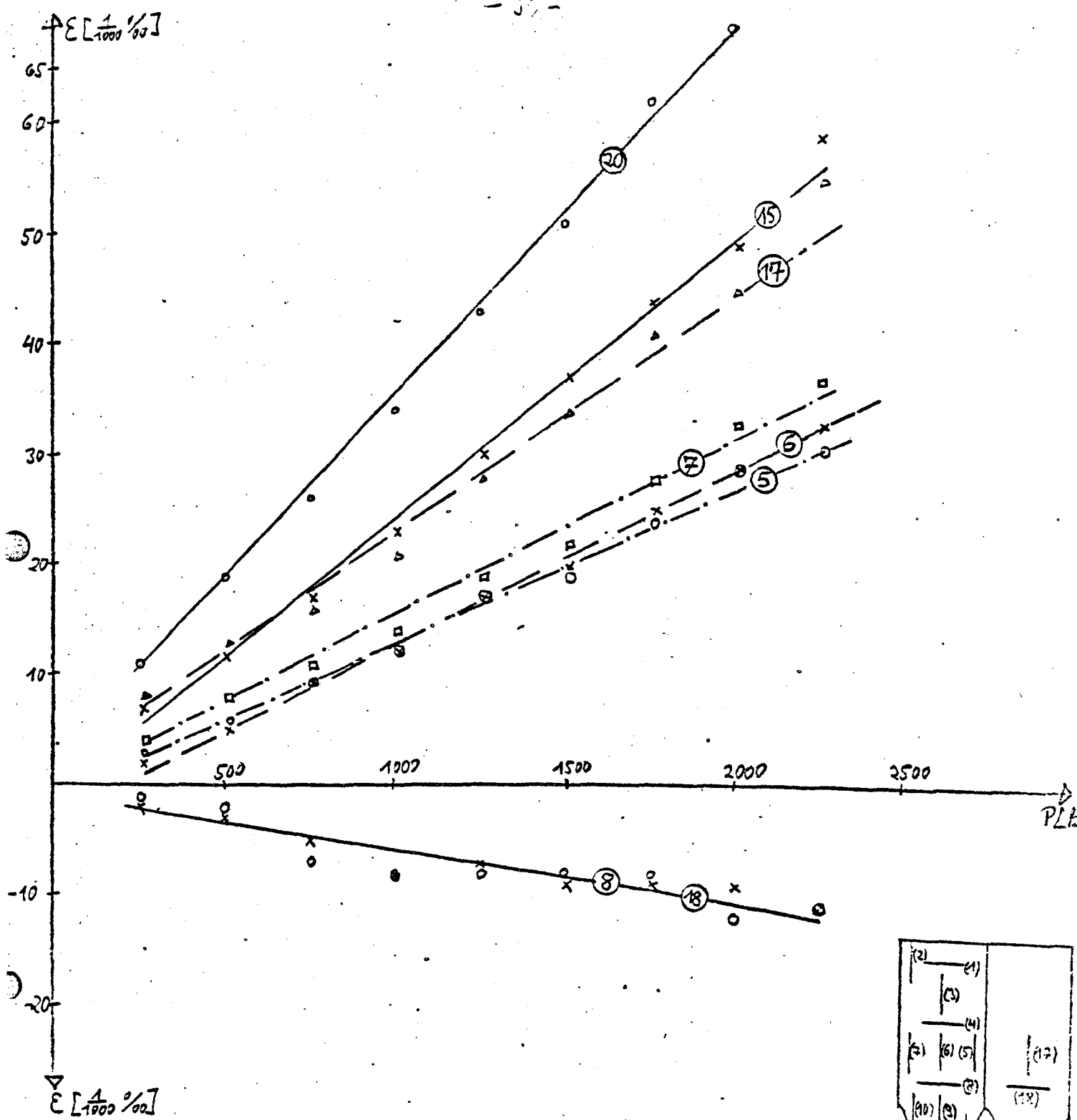


Diagramm 4.11

Symmetrie Vorderseite - Rückseite (Prüfkörper 3 Klebekonstr.)

4.4.2 Spannungen

4.4.2.1 Zangenartige LasteintragungsKonstruktion

Durch die Dehnmessstreifen werden Längsdehnungen und Querdehnungen in der Längsachse des Prüfkörpers, und Längsdehnungen im Abstand b/8 vom Prüfkörperwand gemessen.

Aus diesen Dehnungen werden Spannungen berechnet und über der halben Prüfkörperlänge aufgetragen.

Spannungen und Dehnungen sind durch den E-Modul gekoppelt. Der E-Modul wird aus der Gleichgewichtsbedingung in Körpermitte bestimmt.

$$\frac{P}{F} = E \cdot \epsilon \longrightarrow E$$

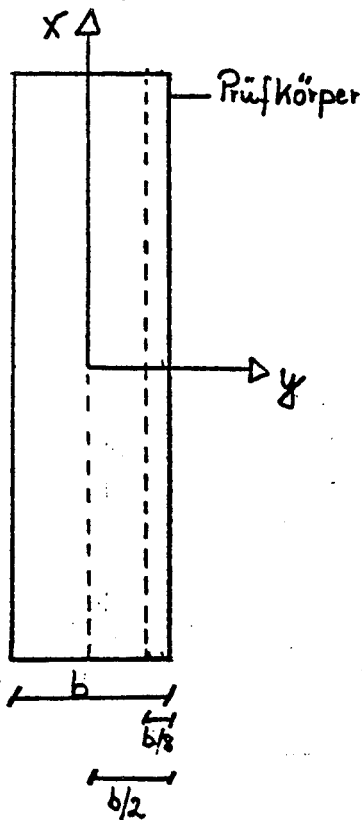
Es werden die Spannungen zu der Laststufe 1750 Kg aufgetragen, da bei kleineren Lasten aus meßtechnischen Gründen Verfälschungen auftreten können.

Beim dritten Prüfkörper wurde die Laststufe 1250 Kp genommen, da der Körper früher versagte als die beiden anderen. Es werden die Spannungswerte in den Mittelpunkten der DMS dargestellt und mit der Bezugslinie gestrichelt verbunden. Die einzelnen Spannungswerte werden nicht durch einen Linienzug verbunden da es zu unsicher er-

scheint, von den wenigen Meßergebnissen auf einen exakten Kurvenverlauf zu schließen.

Das Eigengewicht von Prüfkörper und Zange ($\approx 100 \text{ kg}$) wird bei den Versuchsauswertungen vernachlässigt.

Definitionen:



σ_{xn} = Spannungen in x-Richtung im Abstand $d/2$ vom Rand des Prüfkörpers.

σ_{xr} = Spannungen in x-Richtung im Abstand $d/8$ vom Rand des Prüfkörpers.

σ_{yn} = Spannungen in y-Richtung im Abstand $d/2$ vom Rand des Prüfkörpers.

Bei der Zangenkonstruktion wachsen die Spannungen σ_{xn} von Mitte Krafteinleitungsbereich bis Prüfkörpermitte auf ihren Maximalwert an. Aus der Gleichgewichtsbedingung

in Körpermitte würde $E = 2300 \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$ errechnet, was auch die E-Modul Prüfung nach Din 1048 Blatt 3 bestätigte. Die Nullmessung würde normalerweise am stehenden unbelasteten Betonkörper durchgeführt.

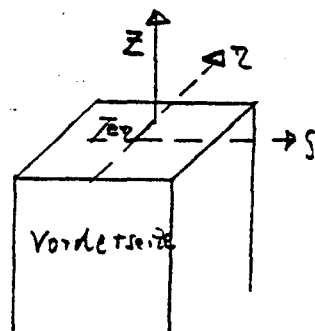
Nach der Einspannung in die Prüfmaschine (Laststufe 0 kp) zeigten einige Meßstellen hohe Anfangswerte. (siehe S. 63, Meßzelle 4, S. 70, Meßzelle 8, S. 74, Meßzelle 8)

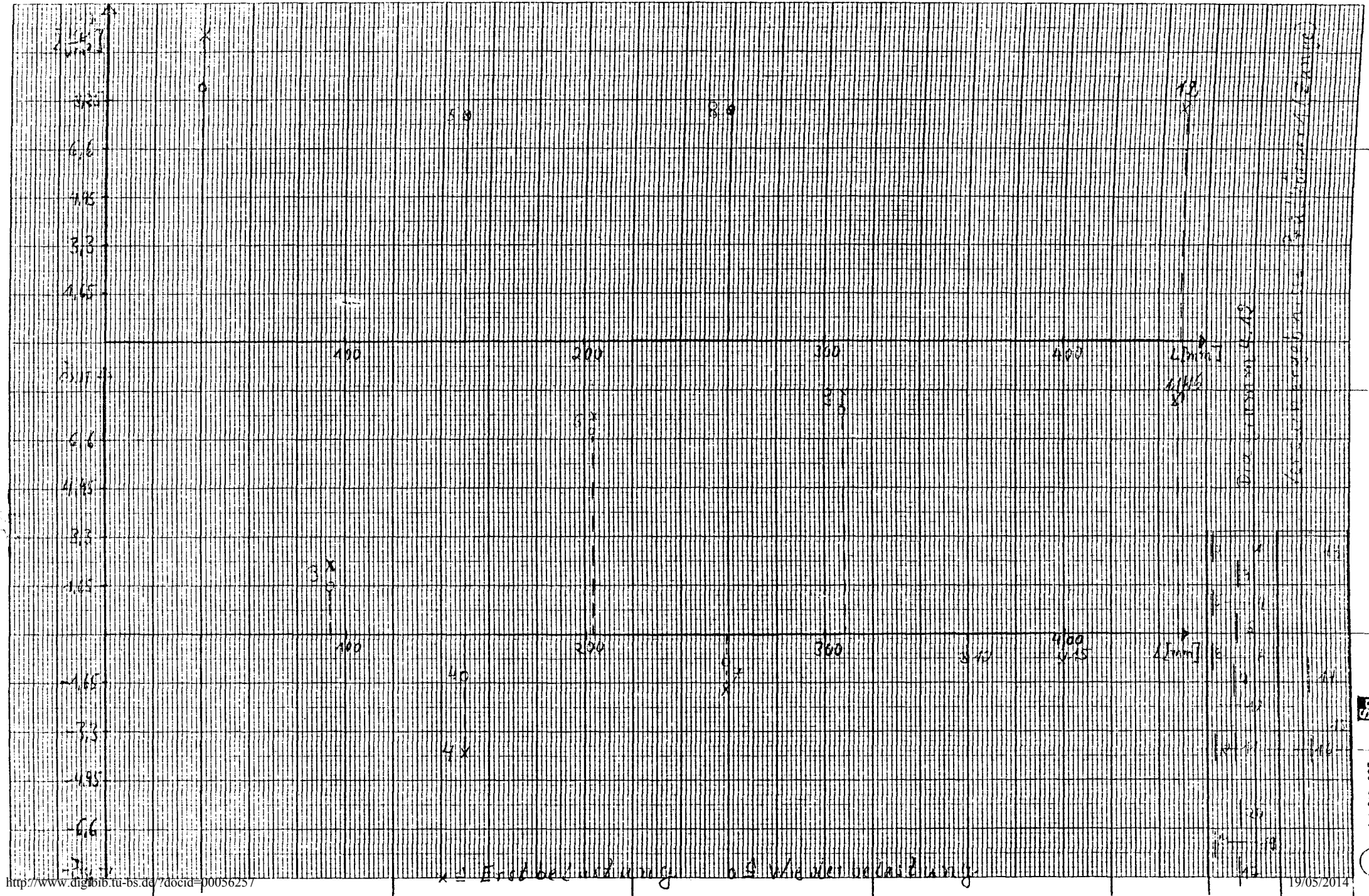
Bei diesen Meßstellen wurde für die Spannungsermittlung die Laststufe 0 kp als Nullmessung genommen.

Beim ersten Prüfkörper zeigen sich zwischen Erstbelastung und Wiederbelastung kaum Unterschiede. (siehe Diagramm 4.12)

An den Spannungswerten σ_{xm} und σ_{xr} in Prüfkörpermitte kann man jeweils die Exzentrizität der Lasteintragung erkennen.

Da beide Werte an dieser Stelle das Gleichgewicht erfüllen und nur unterschiedliche Dehnungen an Vorder- und Rückseite des Prüfkörpers gemessen wurden (siehe S. 63), herrscht einfache Biegung mit Normalkraftbeanspruchung vor.

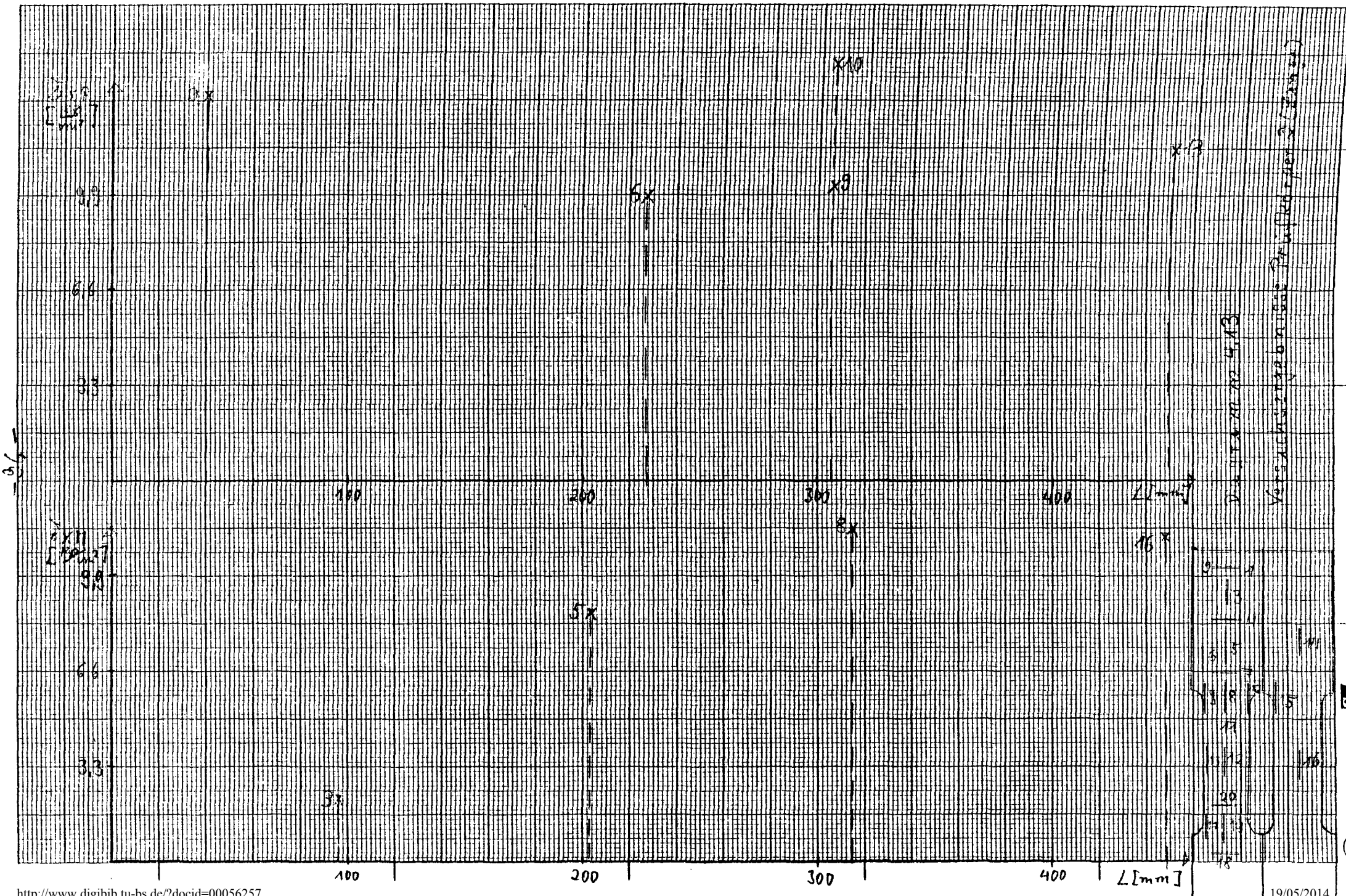




Im Krafteinleitungsbereich sind die Längsspannungen über die Breite des Prüfkörpers unterschiedlich verteilt. Die Spannungen in der Mittelachse σ_{xm} gehen gegen Null, während die Randspannungen σ_{xR} in Höhe der oberen Greifbacken (Roller) ein Maximum aufweisen. An dieser Stelle wird durch Reibung ein großer Teil der Zugkraft in den Betonkörper eingeleitet. Die plötzliche Querschnittsverjüngung des zweiten Prüfkörpers kann man an den experimentell gewonnenen Spannungswerten, etwa durch hohe Längsspannungsspitzen, nicht ablesen, da die DTS über eine Länge von 6 cm integrieren, während die Querschnittsverengung auf einer Länge von 2,5 cm stattfindet. (siehe Diagramme 4.13 u. 4.14)

Beim dritten Prüfkörper weisen die Meßstellen 5 und 7 sehr unterschiedliche Werte der σ_{xR} Spannungen auf. Die beiden Ränder des Prüfkörpers erhalten Längsspannungen verschiedenen Vorzeichens. (siehe Diagramm 4.15)

Dies deutet auf eine vollkommen unsymmetrische Krafteinleitung hin. Die Zange hat den Prüfkörper nicht sachgemäß gefaßt. An diesem Prüfkörper würden auch die größten Abweichungen von der Planparallelität gemessen.



Versuchsreihe 2 (Baujahr 2013)

Versuchsreihe 2 (Baujahr 2013)

Exp
28.11.17

100 200 300 400 L [mm]

-3.3

-6.6

-9.9

-13.2

-16.5

X1

X4

X7

X11

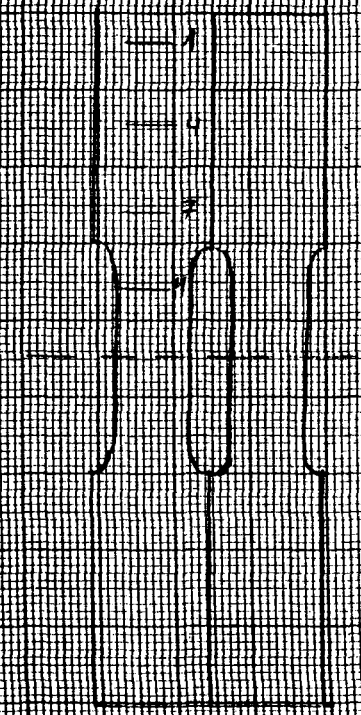
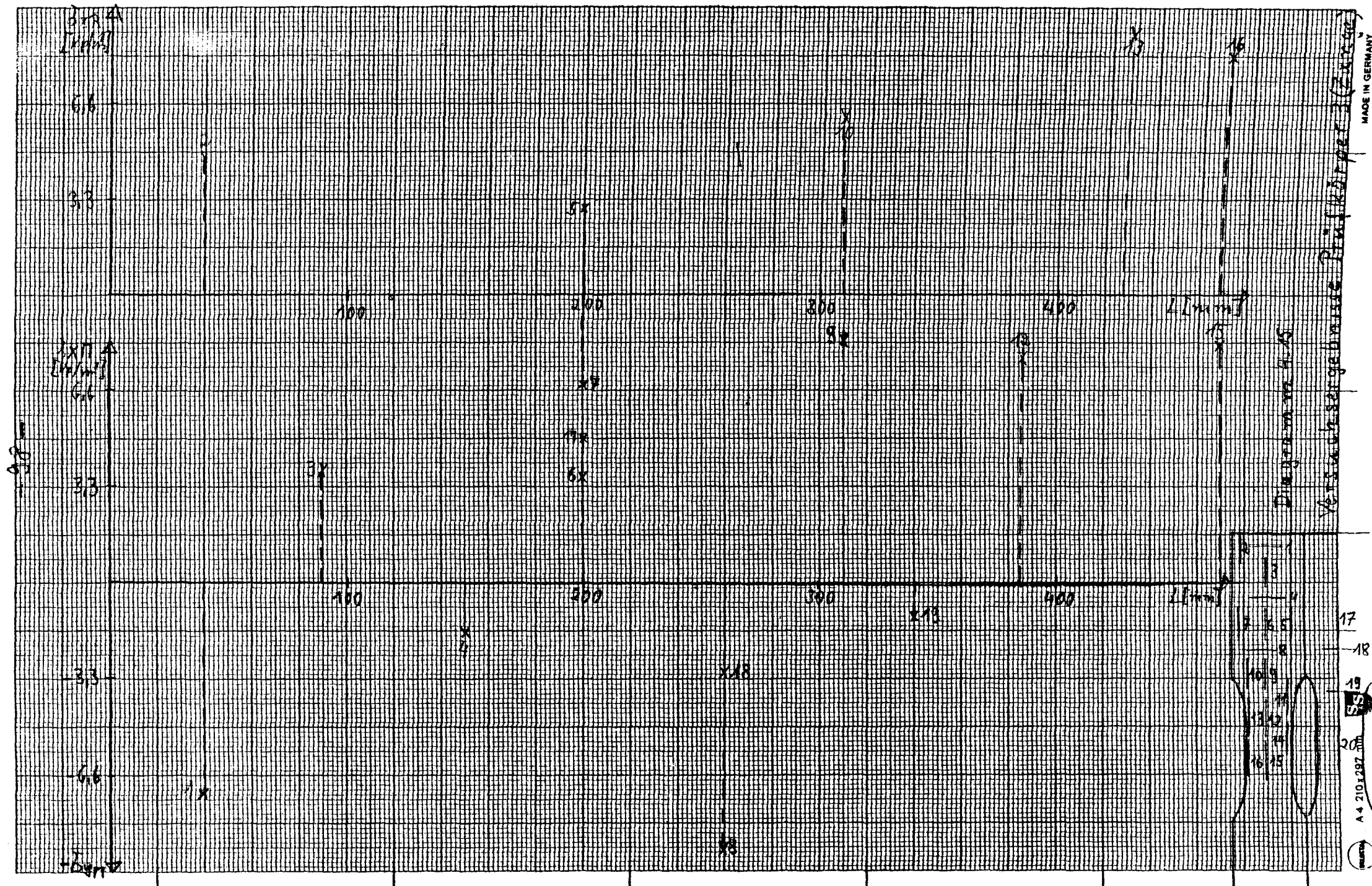


Diagramm 4/14

Versuchsergebnisse Prüfkörper 2 (Zange)



MADE IN GERMANY

Versuchsergebnisse Brückentyp (Zurück)

Diagramm in mm

17
18
19
20
A 4 210x297 mm

Dies erklärt auch das Rutschen der Zange. Die Stahlplatten hatten nicht genug Angriffsfläche am Beton um die Zugkraft zu übertragen.

Die Querspannungen σ_{ym} spiegeln die Querschnitte P_1 und P_2 wieder.

Bei den ersten beiden Prüfkörpern ist die obere Querkraft P_1 bedeutend größer als die untere P_2 . Das bedeutet auch, daß hier der größte Teil der Zugkraft durch Reibung übertragen wird.

Beim dritten Prüfkörper zeigen die Meßstellen 8 und 18 wieder die unsymmetrische Krafteinleitung über die Dicke des Querschnittes. Die Zange faßt auf der einen Seite stärker, was sich in den höheren Spannungswert der Meßstelle 8 zeigt.

Die σ_{ym} Werte kennzeichnen deutlich das Ende des Krafteinleitungsbereiches der Zange. In Prüfkörpermitte herrscht praktisch eine reine Zugbeanspruchung vor.

Der erste Prüfkörper brach in der Einspannung. Man kann hier also nicht auf eine definierte Bruchspannung schließen. Da der Querschnitt von der Form her keine bevorzugte verengte Stelle für einen Bruch infolge Zug-

beanspruchung aufwies, ist das Versagen wahrscheinlich durch einen zweiachsialen Beanspruchungszustand im Einleitungsbereich der Ränge hervorgerufen worden. Aus den Versuchswerten ist zu erkennen, daß in Höhe der oberen Greifbacken maximale Querspannungen σ_y mit hohen Längsspannungen σ_x zusammen treffen.

Der zweite Prüfkörper brach an der Verjüngungsstelle bei einer Beanspruchung von:

$$\sigma_{uz2} = \frac{2000}{11.15} = 12.12 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$$

Der dritte Versuch mit der Zangenkonstruktion führte wieder zum Bruch in der Einspannung, obwohl der Prüfkörper im mittleren Bereich von der Geometrie her versagen mußte.

Da die Zange den Betonkörper aber nicht symmetrisch faßte, führte dies zu örtlichen Spannungsspitzen im Krafteinleitungsbereich. Da der junge Beton geringe Druck- bzw. Spaltzugfestigkeiten aufwies (siehe S.60) war die Beanspruchung durch die hohen Querkräfte P_1 und P_2 ungünstiger als die reine Zugbeanspruchung in Körpermitte.

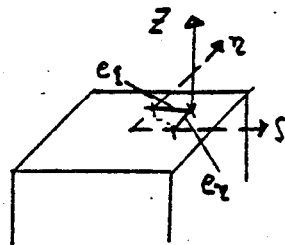
4.4.2.2 KlebeKonstruktion

Bei den Versüchen mit der KlebeKonstruktion erfüllen die σ_{xm} Spannungen das Gleichgewicht in Körpermitte.

($E = 2300 \frac{kp}{cm^2}$, siehe Diagramm 4.16-4.18)

Prüfkörper 1 und 2 zeigen große Spannungsunterschiede durch die Meßstellen 11, 12 bzw. 12, 13 auf.

Die Randspannungen σ_{xr} sind ungefähr um 20% kleiner als die Mittelspannungen σ_{xm} . Die Zugkraft ist also in beiden Richtungen exzentrisch in den Prüfkörper eingeleitet und somit kommt eine doppelte Biegebeanspruchung zur Normalkraftbeanspruchung hinzu.



An den Meßstellen 9 und 10 des zweiten Prüfkörpers kann man die Verengung des Querschnittes erkennen. Diese beiden Werte liegen etwas höher als die anderen σ_{xr} Spannungswerte.

Beim dritten Prüfkörper mit der parabelförmigen Verengung steigen die Spannungswerte auch entsprechend

der Querschnittsform allmählich bis zur Mitte hin an. Die Querspannungen σ_{ym} liegen bei allen drei Versüchen fast auf einer Geraden. Sie spiegeln gut die Querdehnzahl des Betons bei Zügelbelastung wieder. ($\frac{\epsilon_q}{\epsilon_L} \sim 0.1$)

Der erste Prüfkörper versagte bei einer Beanspruchung von:

$$\sigma_{k1} = \frac{2500}{15 \cdot 15} = 11.1 \frac{kp}{cm^2}$$

oberhalb der Klebefüge, was auf eine Schwächung durch die Klebung hindeutet.

Die anderen beiden Versüche mit der Klebe Konstruktion brachen an der Verjüngungsstelle bzw. in Höhe der minimalen Querschnittsfläche.

$$\sigma_{k2} = \frac{2700}{15 \cdot 15} = 12.0$$

$$\sigma_{k3} = \frac{2470}{15 \cdot 15} = 11.0$$

Da auch bei diesen Versüchen relativ starke Exzentrizitäten gemessen wurden, geben diese Werte nicht die zentrische Zügelspannung wieder.

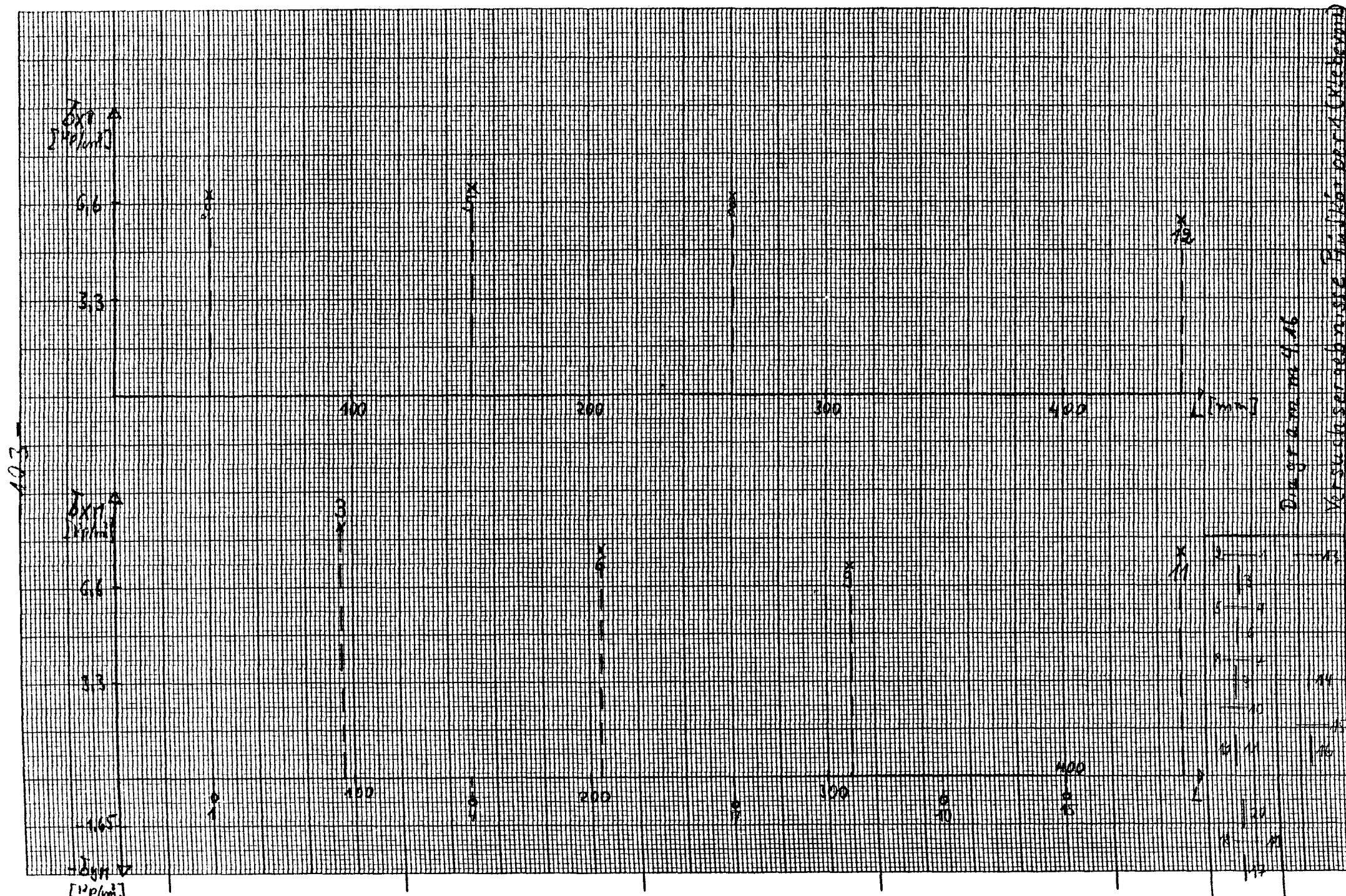
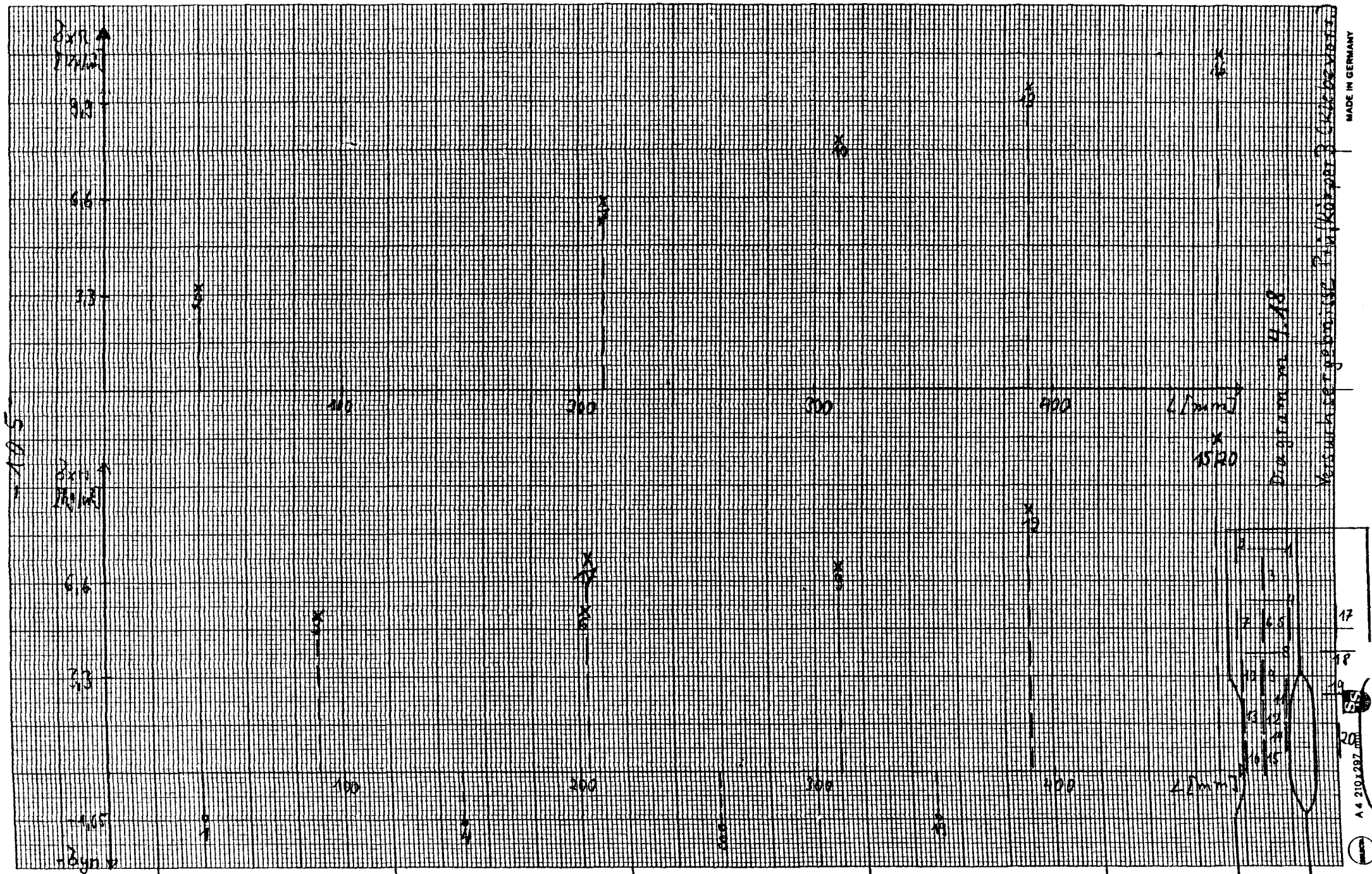


Diagramm nach

Versuchsergebnisse für Wasser (Klebermitt)



A 4 210 x 297 mm



MADE IN GERMANY

Diagramm H.18

Versuchsergebnisse für Körper 3 (Körper 3)

17

18

19

20

A 4 210x287

19/05/2014

4.5. Auswertung der Programmsergebnisse

4.5.1. Zangenartige Lasteintragungskonstruktion

Es wurden die Spannungen σ_x , σ_y und τ je Prüfkörper für die drei Lastfälle in den Knotenpunkten jedes Elementes berechnet (siehe 3.3.)

Die rechnerisch ermittelten Spannungen werden den im Versuch ermittelten Werten gegenübergestellt.

(siehe Diagramm 4.19-4.25)

Die Spannungen σ_{xm} und σ_{ym} in der Längsachse des Prüfkörpers weisen für alle Prüfkörper ähnliche Verläufe auf, während sich an den Randspannungen σ_{xr} sehr gut die Geometrie des Prüfkörpers ablesen läßt. An der plötzlichen Verengungsstelle des zweiten Prüfkörpers kommt es zu hohen Spannungsspitzen, die bei dem dritten Prüfkörper durch den allmählichen parabelförmigen Übergang fast abgebaut sind.

Die Querspannungen σ_{ym} resultieren jeweils aus den eingegebenen Querkraften F_1 und F_2 . Die Rechnung erfüllt für die Mittelspannungen σ_{xm} als auch für die Randspannungen σ_{xr} das Gleichgewicht.

Bei allen 3 Lastfällen treten im Krafteinleitungsbereich der Zange Druckspannungen in Längsrichtung auf,

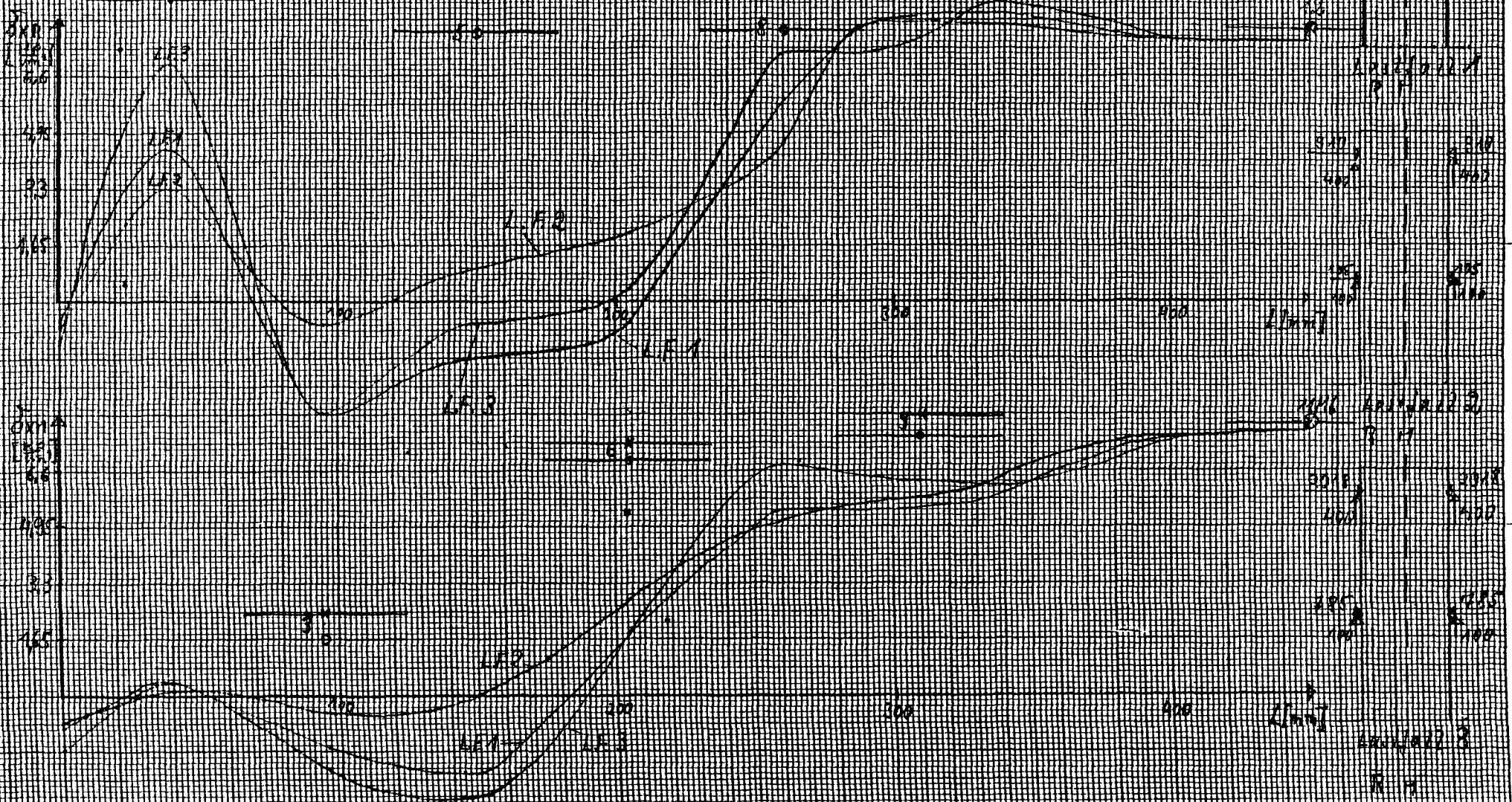
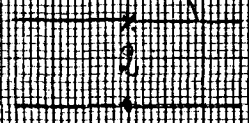
-107-

Diagramm 4.13

Rechenbeispiel zur Berechnung der Übertragungsfunktion

1. Erstbelastung 0.3 Wiederbelastung

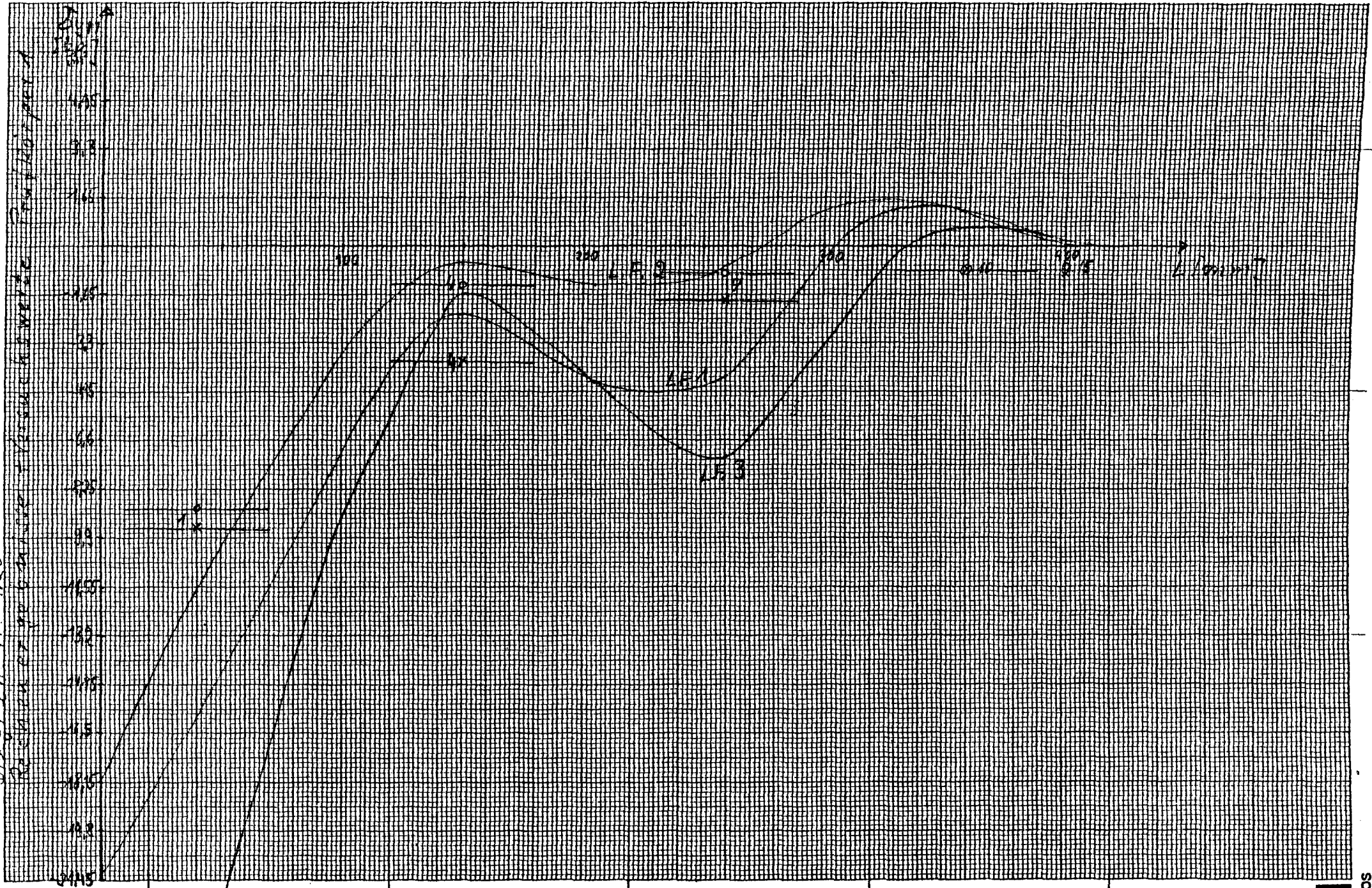
Integrationskurven



-108-

Diagramm 4.20

Rechenwerte + Versuchswerte Profitorient

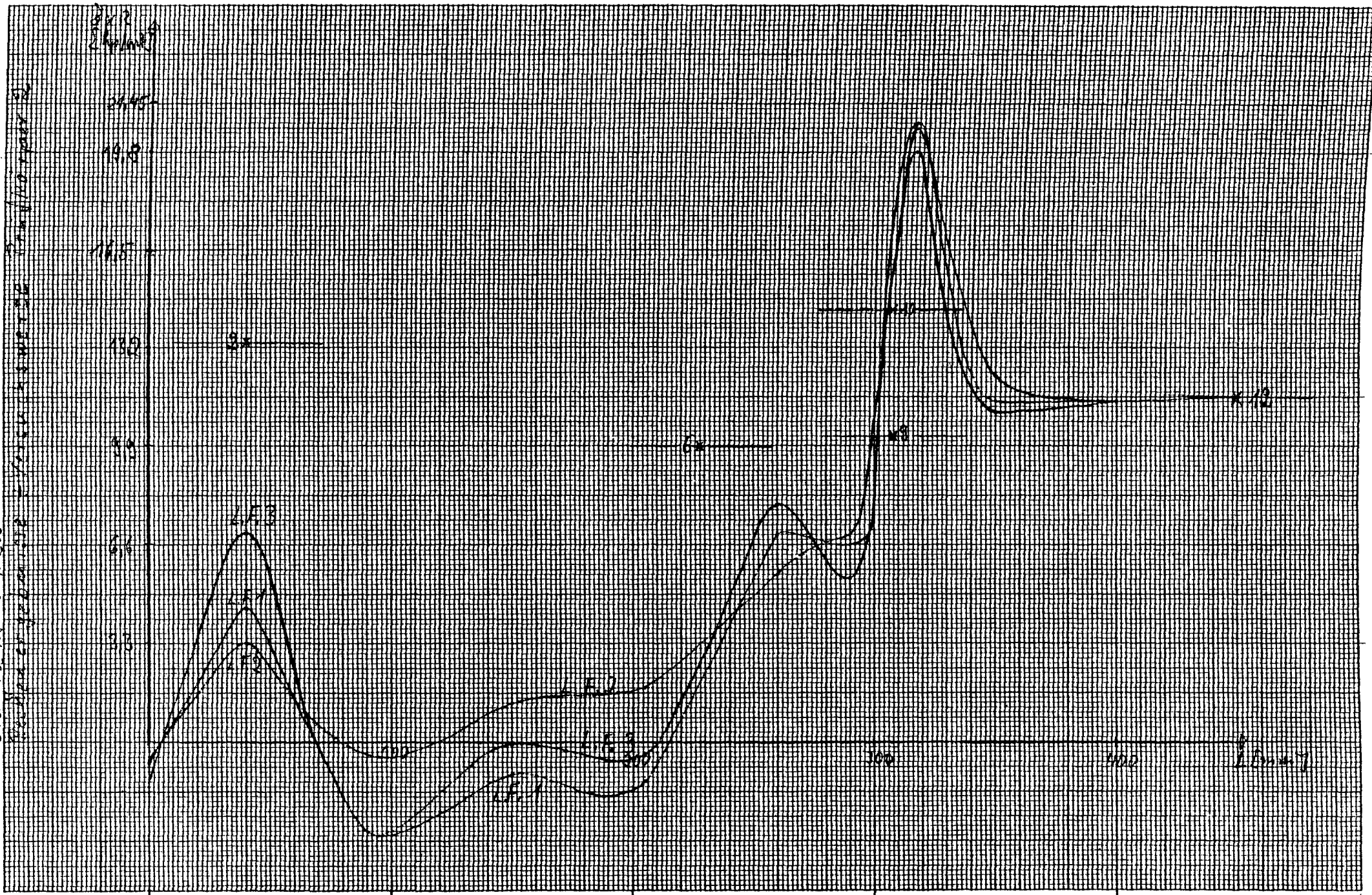


<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00056257>



-110-

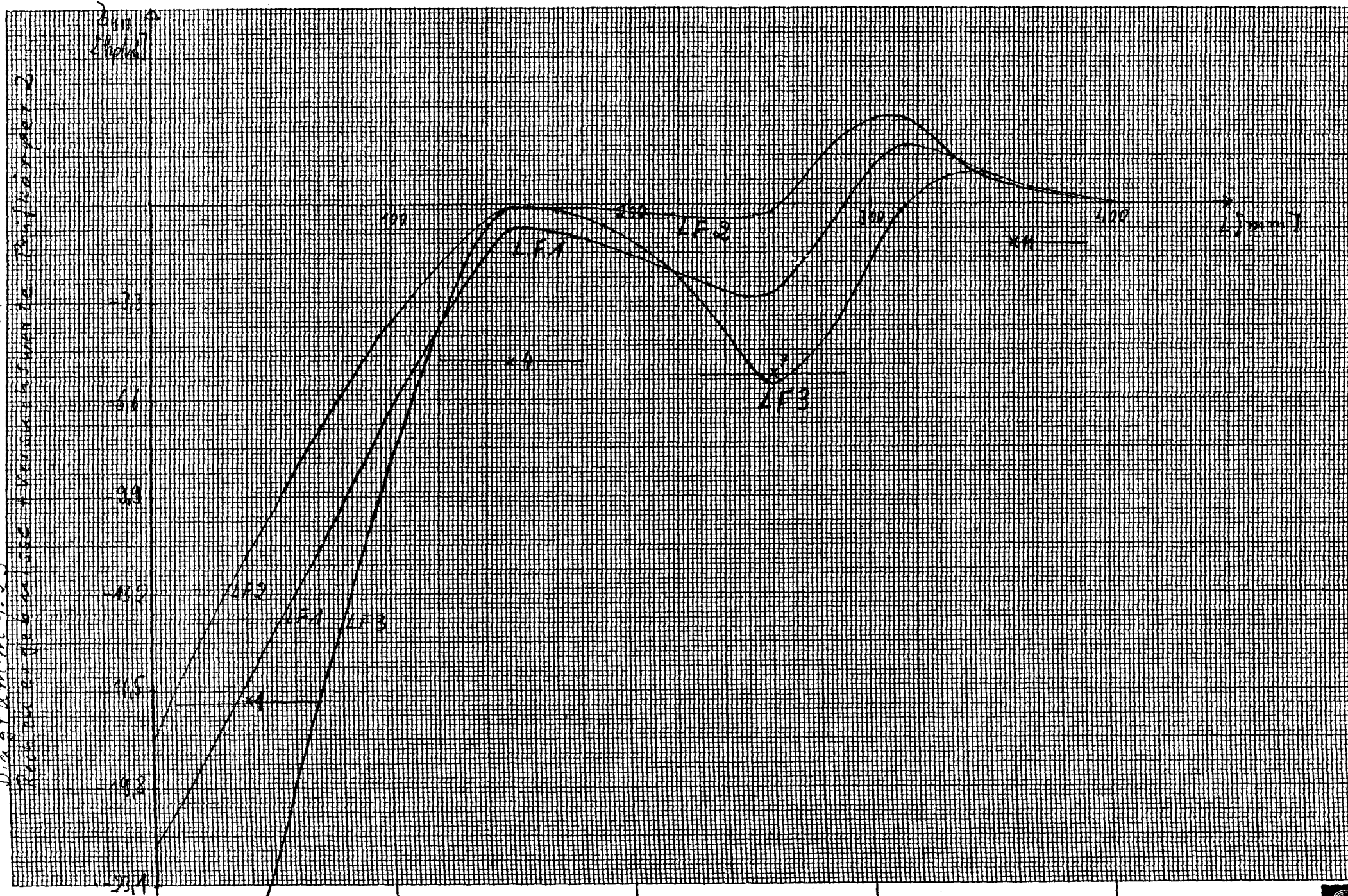
D. x 0.1 m 4.92



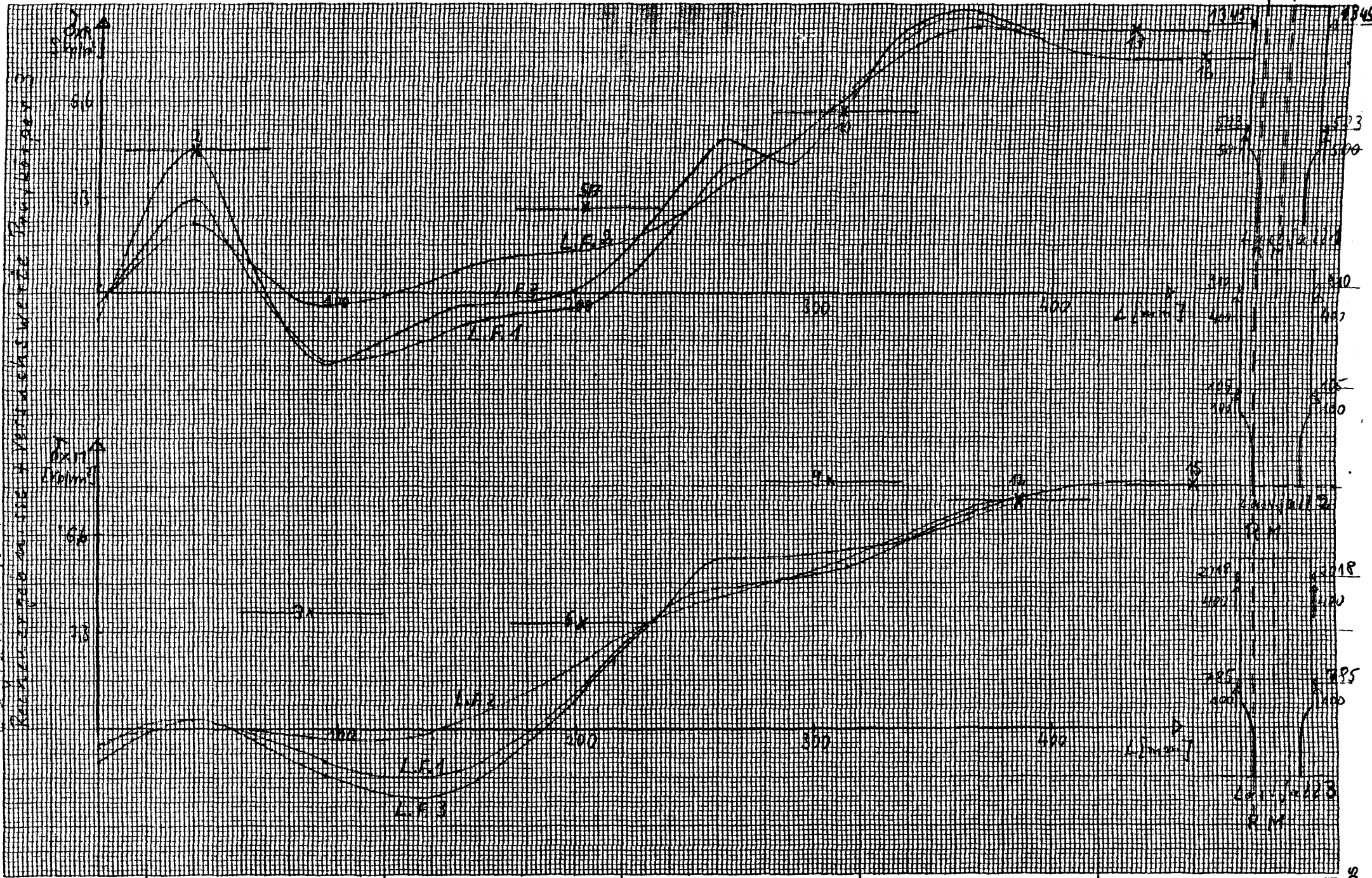
-111-

Diagramm 4.93

Rechnung der Verstärkungsfaktoren



Disgrace m 4.24

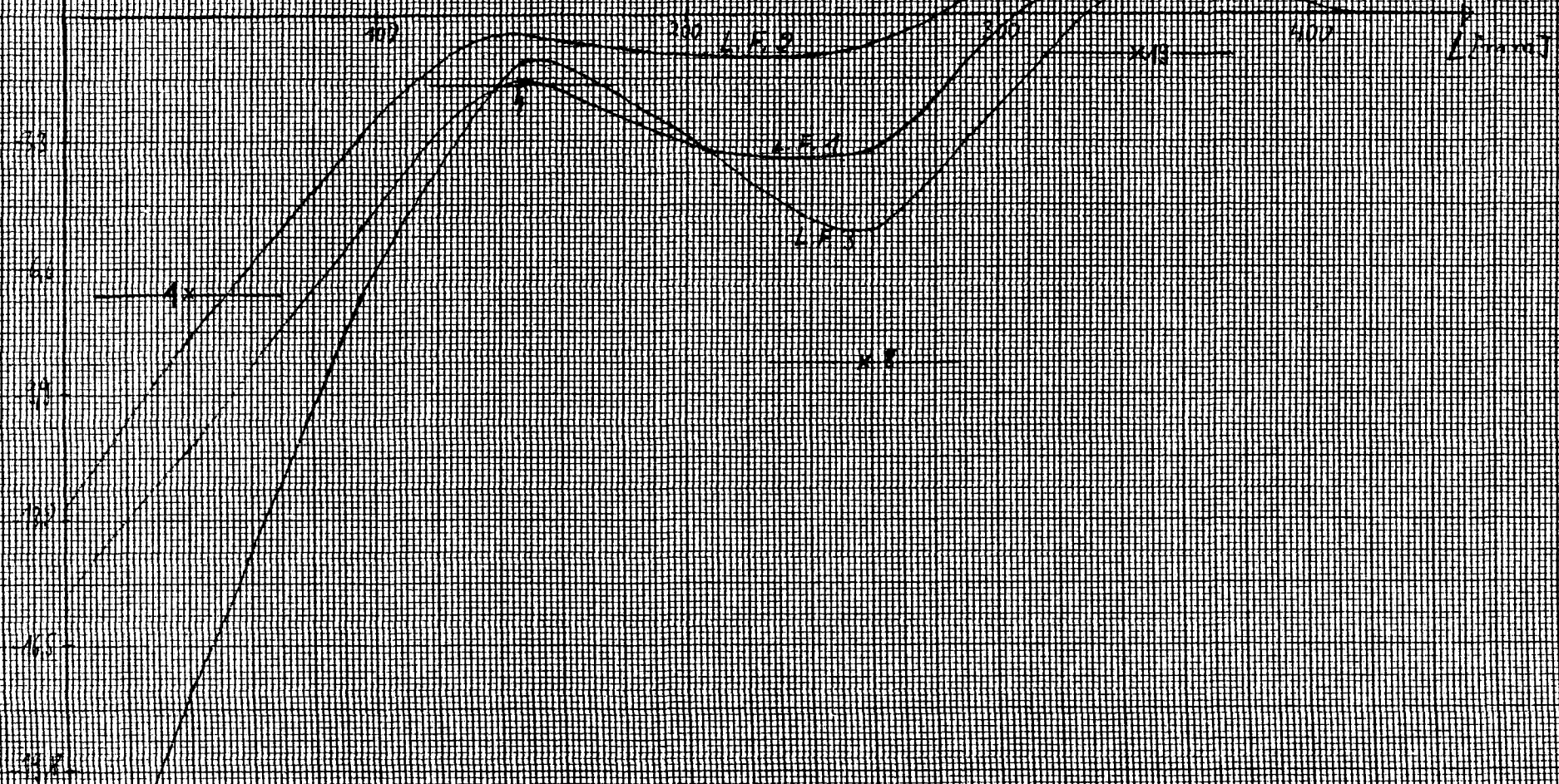


-113-

Datum 4.25

Benennung des Bauteils: Kapsel 3

Y-Achse
[V/mm]



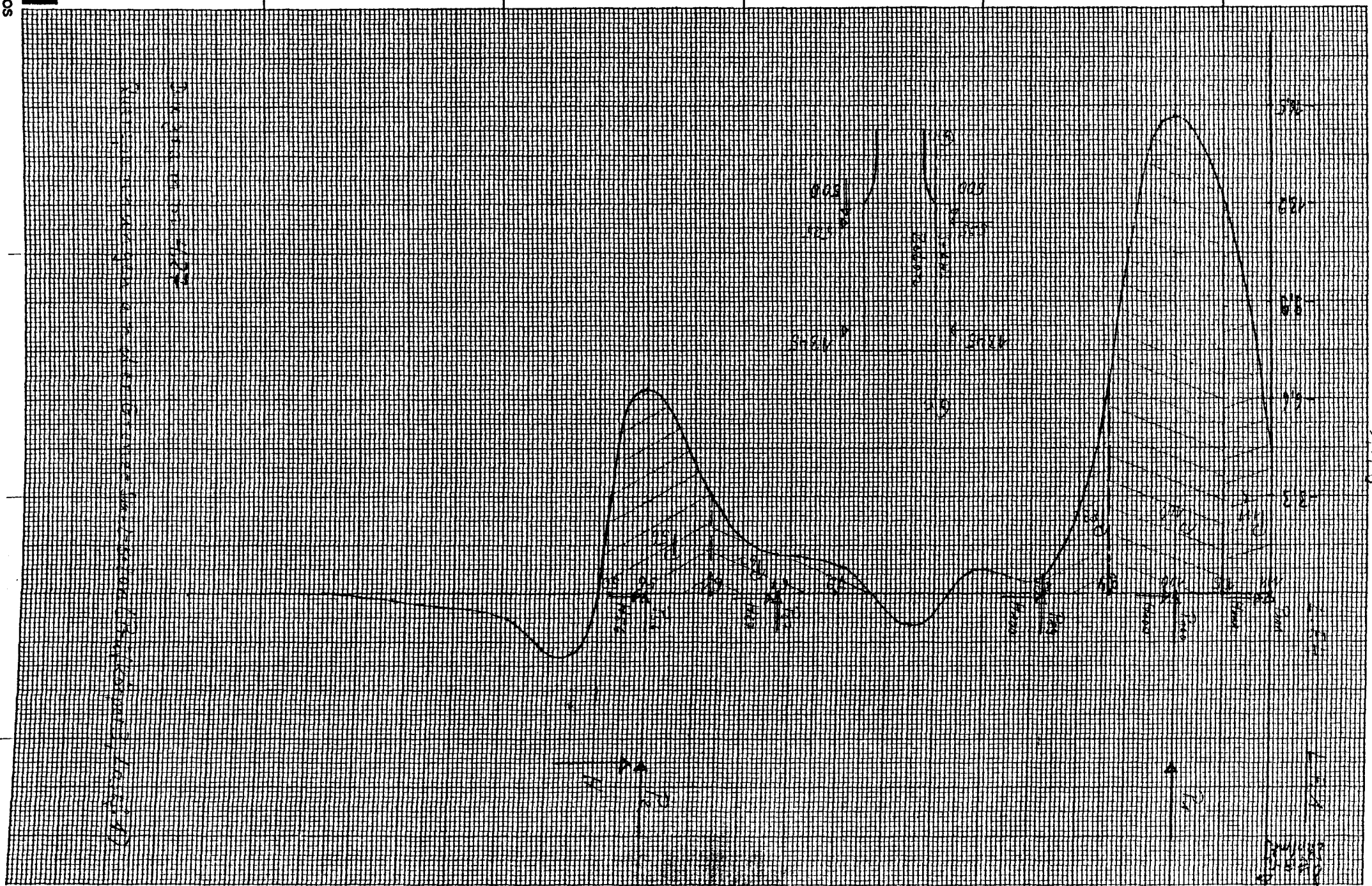
Sowohl im σ_{x1} als auch im σ_{x2} Verlauf. Würde man die Kurven σ_{x1} und σ_{x2} im Krafteinleitungsbereich soweit nach oben verschieben, daß die Druckspannungen verschwinden, so hätte man eine bessere Übereinstimmung mit den Versuchswerten erreicht. Der erste Lastfall stimmt dann mit den experimentell gewonnenen Werten am besten überein. Es wird deshalb die Kraftübertragung zwischen Stahlplatte und Betonkörper bei diesem Lastfall genauer untersucht.

Dazu werden die Querspannungen σ_y an der Grenze Stahlplatte - Betonkörper aufgetragen. Bei allen drei Prüfkörpern muß diese Spannungsverteilung gleich sein, da bis zu dieser Stelle nur die Stahlplatte Einfluß auf die Kraftverteilung hat.

Zur Kontrolle werden die Grenzspannungen des ersten und dritten Prüfkörpers betrachtet. (siehe Diagramme 4.26 u. 4.27)

An Hand der Diagramme ist deutlich die Verteilung der Querkräfte P_1 und P_2 durch die Stahlplatte zu erkennen. In einem neuen Lastfall werden die Querkräfte als verteilte Lasten in den Eckpunkten der entsprechenden Elemente des Betonkörpers angesetzt. (siehe Diagramme 4.26 u. 4.27)

-116-



Die Querkzugspannungen an der Grenze Stahlplatte - Betonkörper werden bei der neuen Lasteingabe nicht berücksichtigt. Diese Spannungen treten nur rechnerisch auf, da das Programm die Betonprobe und die Stahlplatte als homogenen Körper betrachtet. Es wird dieselbe Elemententeilung je Prüfkörper beibehalten, wie bei den vorherigen Rechenläufen (siehe 3.2)

Der E-Modul der Stahlplatte wird dabei zu Null gesetzt.

Die Spannungen werden über einen bestimmten Bereich aufintegriert und dem zugehörigen Eckpunkt des Elementes zugewiesen. (siehe Diagramm 4.26 u. 4.27)

Prüfkörper 1:

$\sigma_{95} = -0,0479 \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{56} = -0,00804 \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$
$\sigma_{89} = -0,101 \quad "$	$\sigma_{51} = -0,0128 \quad "$
$\sigma_{84} = -0,164 \quad "$	$\sigma_{45} = -0,0349 \quad "$
$\sigma_{78} = -0,0725 \quad "$	$\sigma_{40} = -0,0729 \quad "$
$\sigma_{73} = -0,0055 \quad "$	$\sigma_{34} = -0,0366 \quad "$

$$P_{95} = (0,0472 + 0,101) \cdot \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 150 = 223 \text{ kp}$$

$$P_{84} = (0,101 + 0,164) \cdot \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 150 = 285 \text{ kp}$$

$$P_{78} = (0,0725 + 0,0555) \cdot \frac{1}{2} \cdot 27,5 \cdot 150 = 161 \text{ kp}$$

$$P_{51} = 0,00804 \cdot \frac{12,5}{2} \cdot 150 + (0,00804 + 0,0128) \cdot \frac{1}{2} \cdot 27,5 \cdot 150 + (0,0128 + 0,0349) \cdot \frac{1}{2} \cdot 27,5 \cdot 150 = 150 \text{ kp}$$

$$P_{40} = (0,0349 + 0,0729) \cdot \frac{1}{2} \cdot 27,5 \cdot 150 + (0,0729 + 0,0366) \cdot \frac{15}{2} \cdot 150 + (0,0366 \cdot \frac{9}{2} \cdot 150 = 370 \text{ kp}$$

Gleichgewichts Kontrolle:

$$P_{95} + P_{84} + P_{78} = P_1$$

$$223 + 285 + 161 = 1269 \approx 1340 = P_1$$

$$P_{51} + P_{40} = P_2$$

$$150 + 370 = 520 \approx 523 = P_2$$

Die gesamte Zugkraft muß an den Punkten 95, 84, 78, 51 und 40 durch Reibung in den Betonkörper übertragen werden.

$$\rightarrow \Sigma P \cdot \mu = 2/2$$

$$\mu = \frac{2/2}{\Sigma P} = \frac{500}{1739} = 0,28$$

Die Zügelkräfte in den Elementknoten ergeben sich zu:

$$H_{95} = 0,28 \cdot 223 = 63$$

$$H_{84} = 0,28 \cdot 885 = 248$$

$$H_{78} = 0,28 \cdot 161 = 45$$

$$H_{51} = 0,28 \cdot 150 = 42$$

$$H_{40} = 0,28 \cdot 370 = 104$$

Gleichgewichtskontrolle:

$$H_{95} + H_{84} + H_{78} + H_{51} + H_{40} = Z/2$$

$$63 + 248 + 45 + 42 + 104 = 502 \approx 500 = Z/2$$

Zur Kontrolle werden die Spannungen des dritten Prüfkörpers an der Grenze Stahlplatte - Betonkörper ebenfalls aufintegriert.

Prüfkörper 3:

$$\bar{\epsilon}_{111} = -0,0479 \frac{\text{MPa}}{\text{mm}^2}$$

$$\bar{\epsilon}_{135} = -0,101 \quad "$$

$$\bar{\epsilon}_{199} = -0,164 \quad "$$

$$\bar{\epsilon}_{94} = -0,0725 \quad "$$

$$\bar{\epsilon}_{29} = -0,00562 \quad "$$

$$\bar{\epsilon}_{72} = -0,0085 \frac{\text{MPa}}{\text{mm}^2}$$

$$\bar{\epsilon}_{67} = -0,0134 \quad "$$

$$\bar{\epsilon}_{61} = -0,034 \quad "$$

$$\bar{\epsilon}_{56} = -0,07 \quad "$$

$$\bar{\epsilon}_{50} = -0,0233 \quad "$$

$$\bar{\epsilon}_{45} = 0,0294 \quad "$$

$$P_{111} = (0,0479 + 0,101) \cdot \frac{20}{2} \cdot 150 = 223$$

$$P_{100} = (0,101 + 0,164) \cdot \frac{20}{2} \cdot 150 =$$

$$+ (0,164 + 0,0725) \cdot \frac{27,5}{2} \cdot 150 = 885$$

$$P_{89} = (0,0725 + 0,0056) \cdot \frac{27,5}{2} \cdot 150 = 161$$

$$P_{67} = 0,0085 \cdot \frac{12,5}{2} \cdot 150$$

$$+ (0,0085 + 0,0134) \cdot \frac{27,5}{2} \cdot 150$$

$$+ (0,0134 + 0,034) \cdot \frac{27,5}{2} \cdot 150 = 150$$

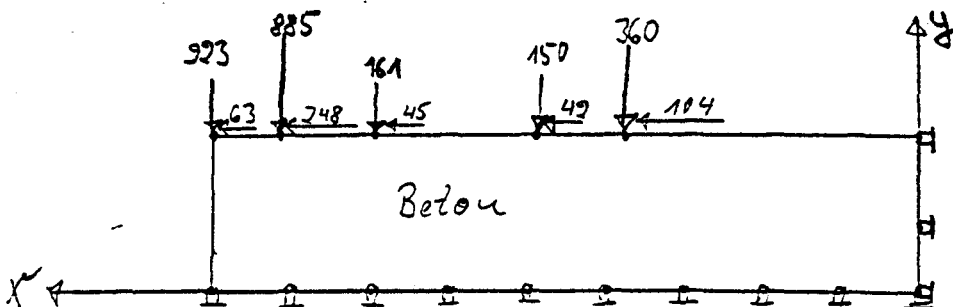
$$P_{56} = (0,034 + 0,07) \cdot \frac{27,5}{2} \cdot 150$$

$$+ (0,07 + 0,0339) \cdot \frac{15}{2} \cdot 150$$

$$+ 0,0339 \cdot \frac{9}{2} \cdot 150 = 360$$

Der Vergleich Prüfkörper 1 und Prüfkörper 3 zeigt, daß derselbe Lastfall für alle Prüfkörper aus den Querspannungen resultiert.

Damit gibt sich für den vierten Lastfall folgendes Belastungsbild:



I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	245.00	I	75.00	I	0.163E-01	I	-0.527E-02	I	-0.509E-02	I	0.174E-01	I	-0.640E-02	I	-12.62	I
I	52	I	245.00	I	85.00	I	0.130E-06	I	-0.106E-07	I	-0.103E-07	I	0.131E-06	I	-0.113E-07	I	-4.17	I
I	53	I	245.00	I	95.00	I	0.126E-06	I	-0.260E-08	I	-0.200E-07	I	0.129E-06	I	-0.564E-08	I	-8.65	I
I	54	I	272.50	I	0.00	I	0.262E-01	I	-0.952E-02	I	0.127E-02	I	0.263E-01	I	-0.956E-02	I	2.04	I
I	55	I	272.50	I	37.50	I	0.326E-01	I	-0.115E-01	I	0.818E-02	I	0.341E-01	I	-0.129E-01	I	10.18	I
I	56	I	272.50	I	75.00	I	0.175E-01	I	-0.432E-02	I	0.458E-02	I	0.185E-01	I	-0.524E-02	I	11.37	I
I	57	I	272.50	I	95.00	I	0.212E-06	I	0.281E-07	I	0.134E-07	I	0.213E-06	I	0.272E-07	I	4.13	I
I	58	I	300.00	I	0.00	I	0.236E-01	I	0.150E-02	I	0.811E-03	I	0.237E-01	I	0.147E-02	I	2.09	I
I	59	I	300.00	I	18.75	I	0.224E-01	I	-0.352E-03	I	0.324E-02	I	0.228E-01	I	-0.804E-03	I	7.95	I
I	60	I	300.00	I	37.50	I	0.219E-01	I	0.544E-02	I	0.617E-02	I	0.240E-01	I	0.339E-02	I	18.41	I
I	61	I	300.00	I	56.25	I	0.409E-01	I	0.122E-01	I	0.451E-02	I	0.416E-01	I	0.115E-01	I	8.73	I
I	62	I	300.00	I	75.00	I	0.296E-01	I	0.565E-02	I	0.118E-02	I	0.296E-01	I	0.559E-02	I	2.82	I
I	63	I	300.00	I	85.00	I	0.290E-06	I	-0.665E-07	I	0.208E-07	I	0.291E-06	I	-0.677E-07	I	3.33	I
I	64	I	300.00	I	95.00	I	0.342E-06	I	-0.626E-07	I	-0.193E-07	I	0.343E-06	I	-0.635E-07	I	-2.72	I
I	65	I	327.50	I	0.00	I	0.115E-01	I	-0.474E-02	I	-0.547E-03	I	0.115E-01	I	-0.476E-02	I	-1.93	I
I	66	I	327.50	I	37.50	I	0.268E-01	I	-0.903E-02	I	0.101E-01	I	0.294E-01	I	-0.117E-01	I	14.71	I
I	67	I	327.50	I	75.00	I	0.308E-01	I	-0.275E-02	I	-0.299E-02	I	0.310E-01	I	-0.302E-02	I	-5.06	I
I	68	I	327.50	I	95.00	I	0.354E-06	I	0.390E-07	I	0.733E-08	I	0.355E-06	I	0.389E-07	I	1.33	I
I	69	I	355.00	I	0.00	I	0.631E-02	I	-0.149E-01	I	0.559E-03	I	0.633E-02	I	-0.149E-01	I	1.51	I
I	70	I	355.00	I	18.75	I	0.133E-01	I	-0.116E-01	I	0.920E-03	I	0.133E-01	I	-0.116E-01	I	2.12	I
I	71	I	355.00	I	37.50	I	0.193E-01	I	-0.104E-01	I	0.793E-03	I	0.193E-01	I	-0.104E-01	I	1.53	I
I	72	I	355.00	I	56.25	I	0.463E-01	I	-0.340E-03	I	0.210E-01	I	0.541E-01	I	-0.846E-02	I	21.11	I
I	73	I	355.00	I	75.00	I	0.368E-01	I	0.593E-02	I	0.209E-01	I	0.473E-01	I	-0.459E-02	I	26.75	I
I	74	I	355.00	I	95.00	I	0.428E-06	I	-0.454E-07	I	0.873E-07	I	0.443E-06	I	-0.610E-07	I	10.14	I
I	75	I	355.00	I	95.00	I	0.563E-06	I	0.149E-08	I	-0.271E-07	I	0.564E-06	I	0.186E-09	I	-2.75	I
I	76	I	382.50	I	0.00	I	0.103E-01	I	-0.551E-01	I	-0.242E-02	I	0.104E-01	I	-0.552E-01	I	-2.12	I
I	77	I	382.50	I	37.50	I	0.113E-01	I	-0.477E-01	I	0.744E-02	I	0.122E-01	I	-0.486E-01	I	7.08	I
I	78	I	382.50	I	75.00	I	0.388E-01	I	-0.332E-01	I	-0.699E-02	I	0.395E-01	I	-0.339E-01	I	-5.50	I
I	79	I	382.50	I	95.00	I	0.385E-06	I	-0.234E-07	I	0.160E-07	I	0.386E-06	I	-0.240E-07	I	2.25	I
I	80	I	410.00	I	0.00	I	-0.630E-03	I	-0.979E-01	I	-0.295E-02	I	-0.541E-03	I	-0.980E-01	I	-1.73	I
I	81	I	410.00	I	18.75	I	0.174E-01	I	-0.999E-01	I	-0.477E-02	I	0.176E-01	I	-0.100E 00	I	-2.32	I
I	82	I	410.00	I	37.50	I	0.300E-01	I	-0.957E-01	I	-0.601E-02	I	0.303E-01	I	-0.960E-01	I	-2.73	I
I	83	I	410.00	I	56.25	I	0.151E-01	I	-0.134E 00	I	0.380E-01	I	0.249E-01	I	-0.143E 00	I	13.48	I
I	84	I	410.00	I	75.00	I	0.355E-02	I	-0.889E-01	I	0.408E-01	I	0.189E-01	I	-0.104E 00	I	20.70	I
I	85	I	410.00	I	85.00	I	0.180E-06	I	0.311E-07	I	-0.247E-08	I	0.180E-06	I	0.311E-07	I	-0.96	I
I	86	I	410.00	I	95.00	I	0.147E-06	I	-0.658E-08	I	-0.365E-07	I	0.155E-06	I	-0.148E-07	I	-12.73	I
I	87	I	430.00	I	0.00	I	0.172E-01	I	-0.136E 00	I	0.240E-02	I	0.173E-01	I	-0.138E 00	I	0.88	I
I	88	I	430.00	I	37.50	I	-0.134E-01	I	-0.138E 00	I	-0.449E-02	I	-0.132E-01	I	-0.138E 00	I	-2.06	I
I	89	I	430.00	I	75.00	I	0.160E-01	I	-0.552E-01	I	0.434E-01	I	0.365E-01	I	-0.758E-01	I	25.33	I
I	90	I	430.00	I	95.00	I	0.875E-07	I	-0.337E-07	I	-0.749E-07	I	0.123E-06	I	-0.695E-07	I	-25.51	I
I	91	I	450.00	I	0.00	I	0.422E-01	I	-0.172E 00	I	0.449E-02	I	0.423E-01	I	-0.172E 00	I	1.20	I
I	92	I	450.00	I	18.75	I	-0.832E-02	I	-0.169E 00	I	0.259E-01	I	-0.424E-02	I	-0.173E 00	I	8.94	I
I	93	I	450.00	I	37.50	I	-0.712E-01	I	-0.184E 00	I	0.417E-01	I	-0.575E-01	I	-0.198E 00	I	18.20	I
I	94	I	450.00	I	56.25	I	0.195E-01	I	-0.125E 00	I	-0.504E-01	I	0.354E-01	I	-0.141E 00	I	-17.43	I
I	95	I	450.00	I	75.00	I	0.613E-01	I	-0.238E-01	I	-0.685E-01	I	0.994E-01	I	-0.619E-01	I	-29.07	I
I	96	I	450.00	I	85.00	I	0.326E-05	I	0.118E-06	I	-0.266E-06	I	0.507E-06	I	-0.642E-07	I	-34.32	I
I	97	I	450.00	I	95.00	I	-0.112E-05	I	0.107E-06	I	0.214E-06	I	0.237E-06	I	-0.243E-06	I	58.55	I

LAS+ FALL 4 Prüfkörper 1

1	KN.NR.	1	X	1	Y	1	SIGX	1	SIGY	1	TAU	1	SIG1	1	SIG2	1	PHI	1
1	1	1	0.00	1	0.00	1	0.446E-01	1	0.595E-03	1	-0.774E-04	1	0.446E-01	1	0.595E-03	1	-0.10	1
1	2	1	0.00	1	18.75	1	0.446E-01	1	0.450E-03	1	-0.673E-04	1	0.446E-01	1	0.450E-03	1	-0.09	1
1	3	1	0.00	1	37.50	1	0.447E-01	1	0.505E-03	1	-0.854E-04	1	0.447E-01	1	0.505E-03	1	-0.11	1
1	4	1	0.00	1	56.25	1	0.447E-01	1	0.181E-03	1	-0.405E-04	1	0.447E-01	1	0.181E-03	1	-0.05	1
1	5	1	0.00	1	75.00	1	0.446E-01	1	-0.343E-03	1	0.325E-04	1	0.446E-01	1	-0.343E-03	1	0.04	1
1	6	1	30.00	1	0.00	1	0.439E-01	1	0.923E-03	1	-0.693E-05	1	0.439E-01	1	0.923E-03	1	-0.01	1
1	7	1	30.00	1	37.50	1	0.446E-01	1	0.379E-03	1	0.427E-03	1	0.446E-01	1	0.375E-03	1	0.56	1
1	8	1	30.00	1	75.00	1	0.454E-01	1	0.185E-03	1	0.351E-03	1	0.454E-01	1	0.182E-03	1	0.44	1
1	9	1	60.00	1	0.00	1	0.431E-01	1	0.148E-02	1	0.804E-04	1	0.431E-01	1	0.148E-02	1	0.11	1
1	10	1	60.00	1	18.75	1	0.438E-01	1	0.122E-02	1	0.725E-03	1	0.438E-01	1	0.121E-02	1	0.98	1
1	11	1	60.00	1	37.50	1	0.448E-01	1	0.339E-03	1	0.105E-02	1	0.448E-01	1	0.315E-03	1	1.36	1
1	12	1	60.00	1	56.25	1	0.455E-01	1	0.154E-03	1	0.693E-03	1	0.455E-01	1	0.143E-03	1	0.88	1
1	13	1	60.00	1	75.00	1	0.459E-01	1	0.586E-03	1	0.662E-03	1	0.459E-01	1	0.576E-03	1	0.84	1
1	14	1	85.00	1	0.00	1	0.418E-01	1	0.115E-02	1	0.824E-04	1	0.418E-01	1	0.115E-02	1	0.12	1
1	15	1	85.00	1	37.50	1	0.441E-01	1	0.122E-02	1	0.248E-02	1	0.442E-01	1	0.107E-02	1	3.30	1
1	16	1	85.00	1	75.00	1	0.486E-01	1	-0.161E-02	1	-0.567E-03	1	0.486E-01	1	-0.161E-02	1	-0.65	1
1	17	1	110.00	1	0.00	1	0.396E-01	1	0.133E-02	1	0.133E-03	1	0.396E-01	1	0.133E-02	1	0.20	1
1	18	1	110.00	1	18.75	1	0.413E-01	1	0.136E-02	1	0.110E-02	1	0.414E-01	1	0.133E-02	1	1.58	1
1	19	1	110.00	1	37.50	1	0.426E-01	1	0.341E-02	1	0.361E-02	1	0.429E-01	1	0.308E-02	1	5.23	1
1	20	1	110.00	1	56.25	1	0.479E-01	1	0.203E-02	1	0.265E-02	1	0.481E-01	1	0.188E-02	1	3.29	1
1	21	1	110.00	1	75.00	1	0.537E-01	1	-0.136E-02	1	0.134E-03	1	0.537E-01	1	-0.137E-02	1	0.14	1
1	22	1	135.00	1	0.00	1	0.396E-01	1	-0.647E-02	1	0.175E-04	1	0.396E-01	1	-0.647E-02	1	0.02	1
1	23	1	135.00	1	37.50	1	0.404E-01	1	-0.533E-02	1	-0.112E-02	1	0.404E-01	1	-0.536E-02	1	-1.40	1
1	24	1	135.00	1	75.00	1	0.581E-01	1	0.471E-02	1	0.345E-02	1	0.584E-01	1	0.449E-02	1	3.68	1
1	25	1	160.00	1	0.00	1	0.458E-01	1	-0.181E-01	1	-0.472E-03	1	0.458E-01	1	-0.181E-01	1	-0.42	1
1	26	1	160.00	1	18.75	1	0.403E-01	1	-0.163E-01	1	-0.573E-02	1	0.408E-01	1	-0.169E-01	1	-5.70	1
1	27	1	160.00	1	37.50	1	0.343E-01	1	-0.136E-01	1	-0.123E-01	1	0.373E-01	1	-0.167E-01	1	-13.52	1
1	28	1	160.00	1	56.25	1	0.490E-01	1	0.185E-02	1	0.478E-03	1	0.490E-01	1	0.185E-02	1	0.58	1
1	29	1	160.00	1	75.00	1	0.427E-01	1	0.111E-01	1	0.971E-02	1	0.454E-01	1	0.840E-02	1	15.80	1
1	30	1	160.00	1	85.00	1	0.811E-07	1	-0.852E-07	1	0.389E-08	1	0.811E-07	1	-0.853E-07	1	1.34	1
1	31	1	160.00	1	95.00	1	-0.791E-07	1	0.161E-07	1	-0.151E-06	1	0.127E-06	1	-0.190E-06	1	-53.76	1
1	32	1	175.00	1	0.00	1	0.459E-01	1	-0.247E-01	1	-0.136E-02	1	0.460E-01	1	-0.247E-01	1	-1.11	1
1	33	1	175.00	1	37.50	1	0.436E-01	1	-0.299E-01	1	-0.331E-03	1	0.436E-01	1	-0.299E-01	1	-0.26	1
1	34	1	175.00	1	75.00	1	0.226E-01	1	-0.191E-01	1	-0.139E-01	1	0.269E-01	1	-0.234E-01	1	-16.85	1
1	35	1	175.00	1	95.00	1	-0.190E-06	1	0.109E-07	1	0.533E-08	1	0.110E-07	1	-0.190E-06	1	88.49	1
1	36	1	190.00	1	0.00	1	0.425E-01	1	-0.311E-01	1	-0.803E-03	1	0.425E-01	1	-0.311E-01	1	-0.63	1
1	37	1	190.00	1	18.75	1	0.497E-01	1	-0.355E-01	1	0.116E-02	1	0.497E-01	1	-0.355E-01	1	0.78	1
1	38	1	190.00	1	37.50	1	0.578E-01	1	-0.428E-01	1	0.273E-02	1	0.579E-01	1	-0.428E-01	1	1.55	1
1	39	1	190.00	1	56.25	1	0.303E-01	1	-0.683E-01	1	0.611E-02	1	0.307E-01	1	-0.687E-01	1	3.53	1
1	40	1	190.00	1	75.00	1	0.957E-03	1	-0.454E-01	1	0.495E-02	1	0.148E-02	1	-0.459E-01	1	6.02	1
1	41	1	190.00	1	85.00	1	-0.534E-07	1	0.684E-07	1	0.134E-07	1	0.699E-07	1	-0.549E-07	1	83.79	1
1	42	1	190.00	1	95.00	1	-0.194E-06	1	0.459E-08	1	0.534E-07	1	0.180E-07	1	-0.207E-06	1	75.88	1
1	43	1	217.50	1	0.00	1	0.441E-01	1	-0.297E-01	1	0.553E-03	1	0.441E-01	1	-0.297E-01	1	0.43	1
1	44	1	217.50	1	37.50	1	0.397E-01	1	-0.288E-01	1	0.628E-02	1	0.403E-01	1	-0.294E-01	1	5.19	1
1	45	1	217.50	1	75.00	1	0.901E-02	1	-0.191E-01	1	0.104E-01	1	0.124E-01	1	-0.225E-01	1	18.25	1
1	46	1	217.50	1	95.00	1	0.387E-07	1	-0.252E-07	1	0.149E-07	1	0.387E-07	1	-0.252E-07	1	0.00	1
1	47	1	245.00	1	0.00	1	0.369E-01	1	-0.228E-01	1	0.413E-03	1	0.369E-01	1	-0.228E-01	1	0.40	1
1	48	1	245.00	1	18.75	1	0.344E-01	1	-0.212E-01	1	0.532E-02	1	0.349E-01	1	-0.217E-01	1	5.41	1
1	49	1	245.00	1	37.50	1	0.323E-01	1	-0.230E-01	1	0.121E-01	1	0.348E-01	1	-0.255E-01	1	11.78	1
1	50	1	245.00	1	56.25	1	0.326E-01	1	-0.185E-01	1	0.186E-02	1	0.327E-01	1	-0.185E-01	1	2.09	1

I	KN.HR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	217.50	I	0.00	I	0.688E-01	I	-0.214E-01	I	0.185E-02	I	0.689E-01	I	-0.214E-01	I	1.18	I
I	52	I	217.50	I	37.50	I	0.367E-01	I	-0.252E-01	I	0.133E-01	I	0.395E-01	I	-0.279E-01	I	11.67	I
I	53	I	217.50	I	75.00	I	-0.361E-03	I	-0.192E-01	I	0.108E-01	I	0.457E-02	I	-0.241E-01	I	24.50	I
I	54	I	217.50	I	95.00	I	-0.115E-06	I	-0.154E-06	I	0.105E-06	I	-0.280E-07	I	-0.241E-06	I	39.65	I
I	55	I	245.00	I	0.00	I	0.432E-01	I	-0.295E-01	I	0.127E-01	I	0.454E-01	I	-0.317E-01	I	9.61	I
I	56	I	245.00	I	18.75	I	0.380E-01	I	-0.259E-01	I	0.185E-01	I	0.430E-01	I	-0.310E-01	I	15.09	I
I	57	I	245.00	I	37.50	I	0.332E-01	I	-0.245E-01	I	0.235E-01	I	0.416E-01	I	-0.329E-01	I	19.66	I
I	58	I	245.00	I	56.25	I	0.290E-01	I	-0.179E-01	I	0.685E-02	I	0.300E-01	I	-0.189E-01	I	8.14	I
I	59	I	245.00	I	75.00	I	0.122E-01	I	-0.466E-02	I	-0.453E-02	I	0.134E-01	I	-0.573E-02	I	-14.05	I
I	60	I	245.00	I	85.00	I	0.278E-06	I	0.485E-06	I	0.808E-08	I	0.485E-06	I	0.277E-06	I	87.77	I
I	61	I	245.00	I	95.00	I	0.122E-06	I	-0.133E-06	I	-0.204E-07	I	0.123E-06	I	-0.134E-06	I	-4.55	I
I	62	I	272.50	I	0.00	I	0.216E-01	I	-0.198E-01	I	-0.564E-02	I	0.224E-01	I	-0.205E-01	I	-7.62	I
I	63	I	272.50	I	37.50	I	0.353E-01	I	-0.167E-01	I	0.143E-01	I	0.390E-01	I	-0.203E-01	I	14.42	I
I	64	I	272.50	I	75.00	I	0.171E-01	I	-0.455E-02	I	0.497E-02	I	0.182E-01	I	-0.564E-02	I	12.30	I
I	65	I	272.50	I	95.00	I	0.168E-06	I	-0.107E-06	I	-0.730E-07	I	0.187E-06	I	-0.125E-06	I	-13.97	I
I	66	I	300.00	I	0.00	I	0.215E-01	I	0.174E-02	I	0.493E-02	I	0.227E-01	I	0.579E-03	I	13.25	I
I	67	I	300.00	I	18.75	I	0.209E-01	I	-0.748E-03	I	0.314E-02	I	0.214E-01	I	-0.119E-02	I	8.07	I
I	68	I	300.00	I	37.50	I	0.201E-01	I	0.357E-02	I	0.325E-02	I	0.207E-01	I	0.295E-02	I	10.77	I
I	69	I	300.00	I	56.25	I	0.424E-01	I	0.111E-01	I	0.389E-02	I	0.428E-01	I	0.106E-01	I	6.98	I
I	70	I	300.00	I	75.00	I	0.325E-01	I	0.592E-02	I	0.133E-02	I	0.325E-01	I	0.585E-02	I	2.79	I
I	71	I	300.00	I	85.00	I	0.261E-06	I	-0.163E-06	I	0.773E-07	I	0.275E-06	I	-0.176E-06	I	10.02	I
I	72	I	300.00	I	95.00	I	0.336E-06	I	0.220E-08	I	0.973E-07	I	0.363E-06	I	-0.241E-07	I	15.11	I
I	73	I	327.50	I	0.00	I	0.991E-02	I	-0.495E-02	I	0.754E-03	I	0.995E-02	I	-0.499E-02	I	2.90	I
I	74	I	327.50	I	37.50	I	0.264E-01	I	-0.955E-02	I	0.915E-02	I	0.286E-01	I	-0.117E-01	I	13.48	I
I	75	I	327.50	I	75.00	I	0.319E-01	I	-0.244E-02	I	-0.321E-02	I	0.322E-01	I	-0.274E-02	I	-5.29	I
I	76	I	327.50	I	95.00	I	0.387E-06	I	0.118E-06	I	-0.754E-08	I	0.387E-06	I	0.118E-06	I	-1.61	I
I	77	I	355.00	I	0.00	I	0.523E-02	I	-0.144E-01	I	-0.434E-03	I	0.524E-02	I	-0.144E-01	I	-1.27	I
I	78	I	355.00	I	18.75	I	0.125E-01	I	-0.109E-01	I	0.353E-03	I	0.125E-01	I	-0.109E-01	I	0.86	I
I	79	I	355.00	I	37.50	I	0.191E-01	I	-0.985E-02	I	0.182E-04	I	0.191E-01	I	-0.985E-02	I	0.04	I
I	80	I	355.00	I	56.25	I	0.463E-01	I	-0.448E-03	I	0.205E-01	I	0.544E-01	I	-0.808E-02	I	20.46	I
I	81	I	355.00	I	75.00	I	0.376E-01	I	0.571E-02	I	0.213E-01	I	0.480E-01	I	-0.473E-02	I	26.42	I
I	82	I	355.00	I	85.00	I	0.436E-06	I	-0.667E-07	I	0.941E-07	I	0.453E-06	I	-0.838E-07	I	10.27	I
I	83	I	355.00	I	95.00	I	0.564E-06	I	-0.664E-07	I	-0.984E-08	I	0.564E-06	I	-0.666E-07	I	-0.89	I
I	84	I	382.50	I	0.00	I	0.979E-02	I	-0.549E-01	I	-0.277E-02	I	0.991E-02	I	-0.550E-01	I	-2.45	I
I	85	I	382.50	I	37.50	I	0.112E-01	I	-0.474E-01	I	0.714E-02	I	0.121E-01	I	-0.482E-01	I	6.85	I
I	86	I	382.50	I	75.00	I	0.392E-01	I	-0.332E-01	I	-0.702E-02	I	0.398E-01	I	-0.339E-01	I	-5.49	I
I	87	I	382.50	I	95.00	I	0.390E-06	I	-0.338E-07	I	0.105E-07	I	0.390E-06	I	-0.341E-07	I	1.41	I
I	88	I	410.00	I	0.00	I	-0.786E-03	I	-0.976E-01	I	-0.269E-02	I	-0.711E-03	I	-0.976E-01	I	-1.59	I
I	89	I	410.00	I	18.75	I	0.174E-01	I	-0.997E-01	I	-0.487E-02	I	0.176E-01	I	-0.999E-01	I	-2.38	I
I	90	I	410.00	I	37.50	I	0.301E-01	I	-0.956E-01	I	-0.627E-02	I	0.304E-01	I	-0.959E-01	I	-2.85	I
I	91	I	410.00	I	56.25	I	0.159E-01	I	-0.134E 00	I	0.383E-01	I	0.250E-01	I	-0.143E 00	I	13.46	I
I	92	I	410.00	I	75.00	I	0.356E-02	I	-0.889E-01	I	0.407E-01	I	0.189E-01	I	-0.104E 00	I	20.68	I
I	93	I	410.00	I	85.00	I	0.177E-06	I	0.270E-07	I	-0.592E-09	I	0.177E-06	I	0.270E-07	I	-0.23	I
I	94	I	410.00	I	95.00	I	0.146E-06	I	0.312E-08	I	-0.305E-07	I	0.152E-06	I	-0.312E-08	I	-11.58	I
I	95	I	430.00	I	0.00	I	0.172E-01	I	-0.138E 00	I	0.245E-02	I	0.172E-01	I	-0.138E 00	I	0.91	I
I	96	I	430.00	I	37.50	I	-0.134E-01	I	-0.136E 00	I	-0.460E-02	I	-0.132E-01	I	-0.138E 00	I	-2.12	I
I	97	I	430.00	I	75.00	I	0.160E-01	I	-0.552E-01	I	0.434E-01	I	0.365E-01	I	-0.758E-01	I	25.32	I
I	98	I	430.00	I	95.00	I	0.873E-07	I	-0.291E-07	I	-0.761E-07	I	0.125E-06	I	-0.667E-07	I	-26.30	I
I	99	I	450.00	I	0.00	I	0.422E-01	I	-0.172E 00	I	0.437E-02	I	0.423E-01	I	-0.172E 00	I	1.17	I
I	100	I	450.00	I	18.75	I	-0.832E-02	I	-0.169E 00	I	0.259E-01	I	-0.424E-02	I	-0.173E 00	I	8.94	I

2. BEISPIEL
 -CHEN- -AEFT-

SEITE 3

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	101	I	450.00	I	37.50	I	-0.712E-01	I	-0.184E 00	I	0.417E-01	I	-0.575E-01	I	-0.192E 00	I	18.21	I
I	102	I	450.00	I	56.25	I	0.195E-01	I	-0.125E 00	I	-0.505E-01	I	0.354E-01	I	-0.141E 00	I	-17.43	I
I	103	I	450.00	I	75.00	I	0.613E-01	I	-0.239E-01	I	-0.685E-01	I	0.994E-01	I	-0.619E-01	I	-29.06	I
I	104	I	450.00	I	85.00	I	0.325E-06	I	0.116E-06	I	-0.264E-06	I	0.505E-06	I	-0.638E-07	I	-34.21	I
I	105	I	450.00	I	95.00	I	-0.116E-06	I	0.975E-07	I	0.216E-06	I	0.232E-06	I	-0.251E-06	I	58.14	I

Lasvfall 4 Pröfkörper 3

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
1	1	1	0.00	1	0.00	1	0.680E-01	1	-0.291E-03	1	-0.235E-03	1	0.680E-01	1	-0.292E-03	1	-0.20	1
1	2	1	0.00	1	12.50	1	0.677E-01	1	-0.382E-03	1	-0.215E-03	1	0.677E-01	1	-0.382E-03	1	-0.18	1
1	3	1	0.00	1	25.00	1	0.675E-01	1	-0.621E-03	1	-0.362E-03	1	0.675E-01	1	-0.623E-03	1	-0.30	1
1	4	1	0.00	1	37.50	1	0.662E-01	1	-0.399E-03	1	-0.684E-03	1	0.662E-01	1	-0.406E-03	1	-0.59	1
1	5	1	0.00	1	50.00	1	0.648E-01	1	-0.286E-04	1	-0.839E-03	1	0.648E-01	1	-0.395E-04	1	-0.74	1
1	6	1	30.00	1	0.00	1	0.661E-01	1	0.191E-02	1	-0.194E-04	1	0.661E-01	1	0.191E-02	1	-0.02	1
1	7	1	30.00	1	25.00	1	0.670E-01	1	0.121E-02	1	0.127E-02	1	0.670E-01	1	0.119E-02	1	1.11	1
1	8	1	30.00	1	50.00	1	0.676E-01	1	-0.117E-03	1	0.948E-04	1	0.676E-01	1	-0.117E-03	1	0.08	1
1	9	1	60.00	1	0.00	1	0.640E-01	1	0.451E-02	1	0.262E-03	1	0.640E-01	1	0.451E-02	1	0.25	1
1	10	1	60.00	1	12.50	1	0.651E-01	1	0.396E-02	1	0.149E-02	1	0.651E-01	1	0.393E-02	1	1.40	1
1	11	1	60.00	1	25.00	1	0.661E-01	1	0.337E-02	1	0.311E-02	1	0.663E-01	1	0.321E-02	1	2.83	1
1	12	1	60.00	1	37.50	1	0.691E-01	1	0.178E-02	1	0.239E-02	1	0.692E-01	1	0.170E-02	1	2.03	1
1	13	1	60.00	1	50.00	1	0.722E-01	1	0.244E-03	1	0.129E-02	1	0.722E-01	1	0.221E-03	1	1.02	1
1	14	1	72.50	1	0.00	1	0.614E-01	1	0.590E-02	1	0.235E-03	1	0.614E-01	1	0.590E-02	1	0.24	1
1	15	1	72.50	1	26.56	1	0.644E-01	1	0.496E-02	1	0.433E-02	1	0.647E-01	1	0.465E-02	1	4.15	1
1	16	1	72.50	1	50.40	1	0.755E-01	1	0.101E-02	1	0.538E-02	1	0.759E-01	1	0.624E-03	1	4.11	1
1	17	1	85.00	1	0.00	1	0.590E-01	1	0.702E-02	1	0.123E-03	1	0.590E-01	1	0.702E-02	1	0.14	1
1	18	1	85.00	1	14.06	1	0.612E-01	1	0.650E-02	1	0.278E-02	1	0.613E-01	1	0.636E-02	1	2.90	1
1	19	1	85.00	1	28.12	1	0.631E-01	1	0.633E-02	1	0.545E-02	1	0.636E-01	1	0.581E-02	1	5.43	1
1	20	1	85.00	1	59.85	1	0.703E-01	1	0.400E-02	1	0.747E-02	1	0.708E-01	1	0.317E-02	1	6.38	1
1	21	1	85.00	1	51.60	1	0.770E-01	1	0.132E-02	1	0.949E-02	1	0.782E-01	1	0.153E-03	1	7.03	1
1	22	1	97.50	1	0.00	1	0.565E-01	1	0.590E-02	1	-0.226E-03	1	0.565E-01	1	0.590E-02	1	-0.26	1
1	23	1	97.50	1	29.69	1	0.606E-01	1	0.593E-02	1	0.623E-02	1	0.613E-01	1	0.523E-02	1	6.42	1
1	24	1	97.50	1	53.50	1	0.738E-01	1	0.328E-02	1	0.136E-01	1	0.764E-01	1	0.740E-03	1	10.56	1
1	25	1	110.00	1	0.00	1	0.538E-01	1	0.480E-02	1	-0.475E-03	1	0.538E-01	1	0.479E-02	1	-0.55	1
1	26	1	110.00	1	15.62	1	0.563E-01	1	0.535E-02	1	0.347E-02	1	0.562E-01	1	0.512E-02	1	3.83	1
1	27	1	110.00	1	31.25	1	0.578E-01	1	0.563E-02	1	0.698E-02	1	0.587E-01	1	0.471E-02	1	7.49	1
1	28	1	110.00	1	43.75	1	0.644E-01	1	0.545E-02	1	0.123E-01	1	0.668E-01	1	0.300E-02	1	11.31	1
1	29	1	110.00	1	56.25	1	0.712E-01	1	0.554E-02	1	0.179E-01	1	0.757E-01	1	0.100E-02	1	14.27	1
1	30	1	122.50	1	0.00	1	0.523E-01	1	0.616E-03	1	-0.336E-04	1	0.523E-01	1	0.616E-03	1	-0.04	1
1	31	1	122.50	1	32.81	1	0.541E-01	1	0.309E-02	1	0.577E-02	1	0.548E-01	1	0.245E-02	1	6.36	1
1	32	1	122.50	1	59.70	1	0.645E-01	1	0.507E-02	1	0.190E-01	1	0.701E-01	1	-0.472E-03	1	16.29	1
1	33	1	135.00	1	0.00	1	0.508E-01	1	-0.377E-02	1	0.830E-04	1	0.508E-01	1	-0.377E-02	1	0.09	1
1	34	1	135.00	1	17.37	1	0.511E-01	1	-0.285E-02	1	0.199E-02	1	0.512E-01	1	-0.293E-02	1	2.11	1
1	35	1	135.00	1	34.75	1	0.501E-01	1	0.497E-03	1	0.395E-02	1	0.504E-01	1	0.184E-03	1	4.53	1
1	36	1	135.00	1	49.42	1	0.536E-01	1	0.436E-02	1	0.124E-01	1	0.566E-01	1	0.140E-02	1	13.39	1
1	37	1	135.00	1	64.10	1	0.584E-01	1	0.579E-02	1	0.209E-01	1	0.657E-01	1	-0.148E-02	1	19.20	1
1	38	1	147.50	1	0.00	1	0.499E-01	1	-0.117E-01	1	-0.556E-03	1	0.499E-01	1	-0.117E-01	1	-0.52	1
1	39	1	147.50	1	35.09	1	0.490E-01	1	-0.112E-01	1	0.754E-03	1	0.490E-01	1	-0.112E-01	1	0.72	1
1	40	1	147.50	1	69.00	1	0.459E-01	1	0.111E-01	1	0.176E-01	1	0.533E-01	1	0.374E-02	1	22.68	1
1	41	1	160.00	1	0.00	1	0.542E-01	1	-0.218E-01	1	-0.974E-03	1	0.543E-01	1	-0.219E-01	1	-0.73	1
1	42	1	160.00	1	16.75	1	0.484E-01	1	-0.200E-01	1	-0.334E-02	1	0.485E-01	1	-0.202E-01	1	-2.42	1
1	43	1	160.00	1	37.50	1	0.437E-01	1	-0.207E-01	1	-0.854E-02	1	0.450E-01	1	-0.216E-01	1	-7.41	1
1	44	1	160.00	1	56.25	1	0.409E-01	1	0.155E-04	1	0.658E-02	1	0.419E-01	1	-0.102E-02	1	8.92	1
1	45	1	160.00	1	75.00	1	0.243E-01	1	0.155E-01	1	0.163E-01	1	0.368E-01	1	0.300E-02	1	37.40	1
1	46	1	160.00	1	85.00	1	0.359E-07	1	-0.111E-06	1	-0.526E-07	1	0.426E-07	1	-0.117E-06	1	-12.01	1
1	47	1	160.00	1	95.00	1	-0.219E-07	1	0.118E-07	1	-0.121E-06	1	0.117E-06	1	-0.127E-06	1	-48.97	1
1	48	1	175.00	1	0.00	1	0.536E-01	1	-0.287E-01	1	-0.124E-02	1	0.536E-01	1	-0.287E-01	1	-0.86	1
1	49	1	175.00	1	37.50	1	0.492E-01	1	-0.354E-01	1	0.397E-02	1	0.494E-01	1	-0.355E-01	1	2.68	1
1	50	1	175.00	1	75.00	1	0.132E-01	1	-0.185E-01	1	-0.107E-01	1	0.165E-01	1	-0.218E-01	1	-16.99	1

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	51	I	175.00	I	95.00	I	-0.191E-06	I	0.180E-07	I	0.597E-08	I	0.182E-07	I	-0.191E-06	I	88.36	I
I	52	I	190.00	I	0.00	I	0.486E-01	I	-0.361E-01	I	-0.475E-03	I	0.486E-01	I	-0.361E-01	I	-0.32	I
I	53	I	190.00	I	18.75	I	0.531E-01	I	-0.401E-01	I	0.307E-02	I	0.532E-01	I	-0.402E-01	I	1.89	I
I	54	I	190.00	I	37.50	I	0.593E-01	I	-0.468E-01	I	0.787E-02	I	0.599E-01	I	-0.474E-01	I	4.22	I
I	55	I	190.00	I	56.25	I	0.269E-01	I	-0.715E-01	I	0.996E-02	I	0.279E-01	I	-0.725E-01	I	5.72	I
I	56	I	190.00	I	75.00	I	-0.366E-02	I	-0.467E-01	I	0.543E-02	I	-0.299E-02	I	-0.474E-01	I	7.04	I
I	57	I	190.00	I	85.00	I	-0.965E-07	I	0.830E-07	I	0.244E-07	I	0.863E-07	I	-0.997E-07	I	82.39	I
I	58	I	190.00	I	95.00	I	-0.244E-06	I	0.620E-08	I	0.379E-07	I	0.118E-07	I	-0.250E-06	I	81.58	I
I	59	I	217.50	I	0.00	I	0.470E-01	I	-0.331E-01	I	0.669E-03	I	0.470E-01	I	-0.331E-01	I	0.48	I
I	60	I	217.50	I	37.50	I	0.399E-01	I	-0.308E-01	I	0.938E-02	I	0.412E-01	I	-0.320E-01	I	7.43	I
I	61	I	217.50	I	75.00	I	0.729E-02	I	-0.191E-01	I	0.104E-01	I	0.109E-01	I	-0.227E-01	I	19.11	I
I	62	I	217.50	I	95.00	I	0.194E-07	I	-0.307E-07	I	0.141E-07	I	0.194E-07	I	-0.307E-07	I	0.00	I
I	63	I	245.00	I	0.00	I	0.375E-01	I	-0.244E-01	I	0.508E-03	I	0.375E-01	I	-0.244E-01	I	0.47	I
I	64	I	245.00	I	18.75	I	0.347E-01	I	-0.224E-01	I	0.593E-02	I	0.353E-01	I	-0.230E-01	I	5.83	I
I	65	I	245.00	I	37.50	I	0.318E-01	I	-0.237E-01	I	0.128E-01	I	0.346E-01	I	-0.265E-01	I	12.36	I
I	66	I	245.00	I	56.25	I	0.323E-01	I	-0.184E-01	I	0.218E-02	I	0.324E-01	I	-0.185E-01	I	2.46	I
I	67	I	245.00	I	75.00	I	0.164E-01	I	-0.495E-02	I	-0.495E-02	I	0.175E-01	I	-0.604E-02	I	-12.44	I
I	68	I	245.00	I	85.00	I	0.130E-06	I	-0.110E-07	I	-0.950E-08	I	0.131E-06	I	-0.116E-07	I	-3.83	I
I	69	I	245.00	I	95.00	I	0.124E-06	I	0.232E-08	I	-0.189E-07	I	0.129E-06	I	-0.504E-09	I	-8.48	I
I	70	I	272.50	I	0.00	I	0.265E-01	I	-0.103E-01	I	0.134E-02	I	0.266E-01	I	-0.104E-01	I	2.08	I
I	71	I	272.50	I	37.50	I	0.326E-01	I	-0.119E-01	I	0.849E-02	I	0.341E-01	I	-0.134E-01	I	10.45	I
I	72	I	272.50	I	75.00	I	0.175E-01	I	-0.439E-02	I	0.471E-02	I	0.184E-01	I	-0.528E-02	I	11.70	I
I	73	I	272.50	I	95.00	I	0.212E-06	I	0.301E-07	I	0.139E-07	I	0.213E-06	I	0.290E-07	I	4.32	I
I	74	I	300.00	I	0.00	I	0.235E-01	I	0.137E-02	I	0.812E-03	I	0.235E-01	I	0.134E-02	I	2.10	I
I	75	I	300.00	I	18.75	I	0.223E-01	I	-0.479E-03	I	0.323E-02	I	0.227E-01	I	-0.929E-03	I	7.92	I
I	76	I	300.00	I	37.50	I	0.218E-01	I	0.536E-02	I	0.621E-02	I	0.239E-01	I	0.328E-02	I	18.50	I
I	77	I	300.00	I	56.25	I	0.410E-01	I	0.121E-01	I	0.453E-02	I	0.417E-01	I	0.115E-01	I	8.66	I
I	78	I	300.00	I	75.00	I	0.297E-01	I	0.562E-02	I	0.111E-02	I	0.297E-01	I	0.557E-02	I	2.63	I
I	79	I	300.00	I	85.00	I	0.242E-06	I	-0.667E-07	I	0.219E-07	I	0.293E-06	I	-0.679E-07	I	3.34	I
I	80	I	300.00	I	95.00	I	0.344E-06	I	-0.640E-07	I	-0.198E-07	I	0.345E-06	I	-0.650E-07	I	-2.77	I
I	81	I	327.50	I	0.00	I	0.114E-01	I	-0.480E-02	I	-0.543E-03	I	0.114E-01	I	-0.482E-02	I	-1.92	I
I	82	I	327.50	I	37.50	I	0.267E-01	I	-0.905E-02	I	0.101E-01	I	0.294E-01	I	-0.117E-01	I	14.73	I
I	83	I	327.50	I	75.00	I	0.308E-01	I	-0.275E-02	I	-0.302E-02	I	0.311E-01	I	-0.302E-02	I	-5.10	I
I	84	I	327.50	I	95.00	I	0.355E-06	I	0.386E-07	I	0.713E-08	I	0.356E-06	I	0.394E-07	I	1.29	I
I	85	I	355.00	I	0.00	I	0.625E-02	I	-0.148E-01	I	0.553E-03	I	0.627E-02	I	-0.149E-01	I	1.50	I
I	86	I	355.00	I	18.75	I	0.132E-01	I	-0.116E-01	I	0.993E-03	I	0.133E-01	I	-0.116E-01	I	2.08	I
I	87	I	355.00	I	37.50	I	0.193E-01	I	-0.104E-01	I	0.737E-03	I	0.193E-01	I	-0.104E-01	I	1.42	I
I	88	I	355.00	I	56.25	I	0.460E-01	I	-0.320E-03	I	0.210E-01	I	0.541E-01	I	-0.841E-02	I	21.08	I
I	89	I	355.00	I	75.00	I	0.369E-01	I	0.594E-02	I	0.209E-01	I	0.474E-01	I	-0.458E-02	I	26.74	I
I	90	I	355.00	I	85.00	I	0.428E-06	I	-0.453E-07	I	0.871E-07	I	0.444E-06	I	-0.608E-07	I	10.10	I
I	91	I	355.00	I	95.00	I	0.564E-06	I	0.191E-08	I	-0.273E-07	I	0.565E-06	I	0.620E-09	I	-2.74	I
I	92	I	382.50	I	0.00	I	0.103E-01	I	-0.551E-01	I	-0.243E-02	I	0.104E-01	I	-0.552E-01	I	-2.12	I
I	93	I	382.50	I	37.50	I	0.113E-01	I	-0.477E-01	I	0.742E-02	I	0.122E-01	I	-0.486E-01	I	7.06	I
I	94	I	382.50	I	75.00	I	0.388E-01	I	-0.332E-01	I	-0.699E-02	I	0.395E-01	I	-0.339E-01	I	-5.49	I
I	95	I	382.50	I	95.00	I	0.385E-06	I	-0.233E-07	I	0.161E-07	I	0.386E-06	I	-0.239E-07	I	2.25	I
I	96	I	410.00	I	0.00	I	-0.639E-03	I	-0.979E-01	I	-0.295E-02	I	-0.550E-03	I	-0.980E-01	I	-1.73	I
I	97	I	410.00	I	18.75	I	0.174E-01	I	-0.999E-01	I	-0.477E-02	I	0.176E-01	I	-0.100E 00	I	-2.33	I
I	98	I	410.00	I	37.50	I	0.300E-01	I	-0.957E-01	I	-0.602E-02	I	0.303E-01	I	-0.959E-01	I	-2.74	I
I	99	I	410.00	I	56.25	I	0.158E-01	I	-0.134E 00	I	0.380E-01	I	0.250E-01	I	-0.143E 00	I	13.48	I
I	100	I	410.00	I	75.00	I	0.355E-02	I	-0.889E-01	I	0.407E-01	I	0.189E-01	I	-0.104E 00	I	20.70	I

I	KN.NR.	I	X	I	Y	I	SIGX	I	SIGY	I	TAU	I	SIG1	I	SIG2	I	PHI	I
I	101	I	410.00	I	85.00	I	0.180E-06	I	0.311E-07	I	-0.250E-08	I	0.180E-06	I	0.311E-07	I	-0.96	I
I	102	I	410.00	I	95.00	I	0.147E-06	I	-0.672E-08	I	-0.365E-07	I	0.155E-06	I	-0.150E-07	I	-12.74	I
I	103	I	430.00	I	0.00	I	0.172E-07	I	-0.138E-00	I	0.243E-02	I	0.173E-01	I	-0.138E-00	I	0.88	I
I	104	I	430.00	I	37.50	I	-0.134E-01	I	-0.138E-00	I	-0.449E-02	I	-0.132E-01	I	-0.138E-00	I	-2.06	I
I	105	I	430.00	I	75.00	I	0.160E-01	I	-0.552E-01	I	0.434E-01	I	0.365E-01	I	-0.758E-01	I	25.33	I
I	106	I	430.00	I	95.00	I	0.875E-07	I	-0.338E-07	I	-0.749E-07	I	0.123E-06	I	-0.695E-07	I	-25.51	I
I	107	I	450.00	I	0.00	I	0.422E-01	I	-0.172E-00	I	0.449E-02	I	0.423E-01	I	-0.172E-00	I	1.20	I
I	108	I	450.00	I	18.75	I	-0.832E-02	I	-0.169E-00	I	0.259E-01	I	-0.424E-02	I	-0.173E-00	I	8.94	I
I	109	I	450.00	I	37.50	I	-0.712E-01	I	-0.184E-00	I	0.417E-01	I	-0.575E-01	I	-0.198E-00	I	18.20	I
I	110	I	450.00	I	56.25	I	0.195E-01	I	-0.125E-00	I	-0.504E-01	I	0.354E-01	I	-0.141E-00	I	-17.43	I
I	111	I	450.00	I	75.00	I	0.613E-01	I	-0.238E-01	I	-0.685E-01	I	0.994E-01	I	-0.619E-01	I	-29.07	I
I	112	I	450.00	I	85.00	I	0.326E-06	I	0.118E-06	I	-0.266E-06	I	0.507E-06	I	-0.642E-07	I	-34.32	I
I	113	I	450.00	I	95.00	I	-0.112E-06	I	0.107E-06	I	0.214E-06	I	0.238E-06	I	-0.243E-06	I	58.55	I

An Hand der Diagramme 4.28 - 4.34 ist zu erkennen, daß der vierte Lastfall die Verschiebungen am besten wieder spiegelt. Die Druckspannungen in Längsrichtung (σ_{xx} , ϵ_{xx}) sind durch die Verteilung der Querkräfte P_1 und P_2 hervorgerufen.

Versucht man mit Hilfe der Rechnergebnisse auf die Bruchstelle zu schließen, so müßte der erste Prüfkörper ungefähr in Höhe der eingeleiteten Querkräfte P_1 oder P_2 versagen. Hier treten maximale Längsspannungen mit hohen Querdrukken zusammen, während im Prüfkörpermitte keine Biegemomentenverläufe vorliegt.

Beim zweiten Prüfkörper ist die Bruchstelle eindeutig durch die hohen Spannungsspitzen in Längsrichtung (σ_{xx} , ϵ_{xx}) gekennzeichnet, die durch die parabolische Querkraftverläufe in Höhe der Lasten entstehen.

Durch die parabolische Lastverläufe im ersten Prüfkörper sind die hohen Spannungsspitzen teilweise abgeflacht. Hier müßte der Bruch irgendwo in der Mitte eintreten, da hier die größten Biegemomente und die größten Querkraftverläufe zusammenkommen.

Wird P_1 und P_2 in die gleiche Richtung verschoben, so tritt der

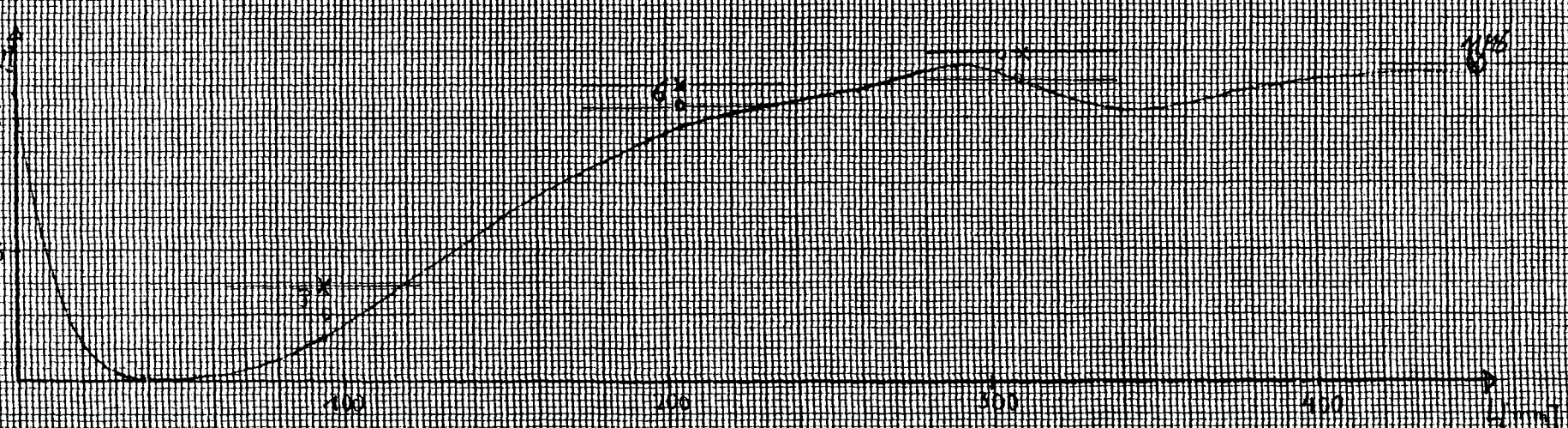
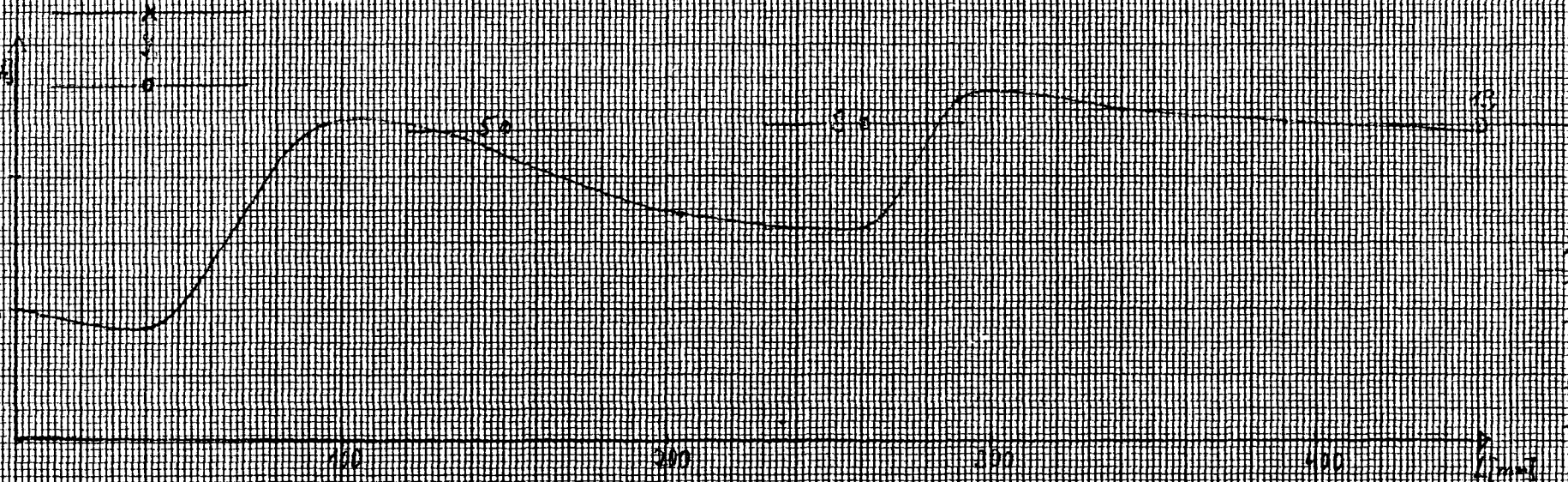
-120-

Divisião 4.28

Rechenungen und Veranschaulichungen, Lärmbewertung

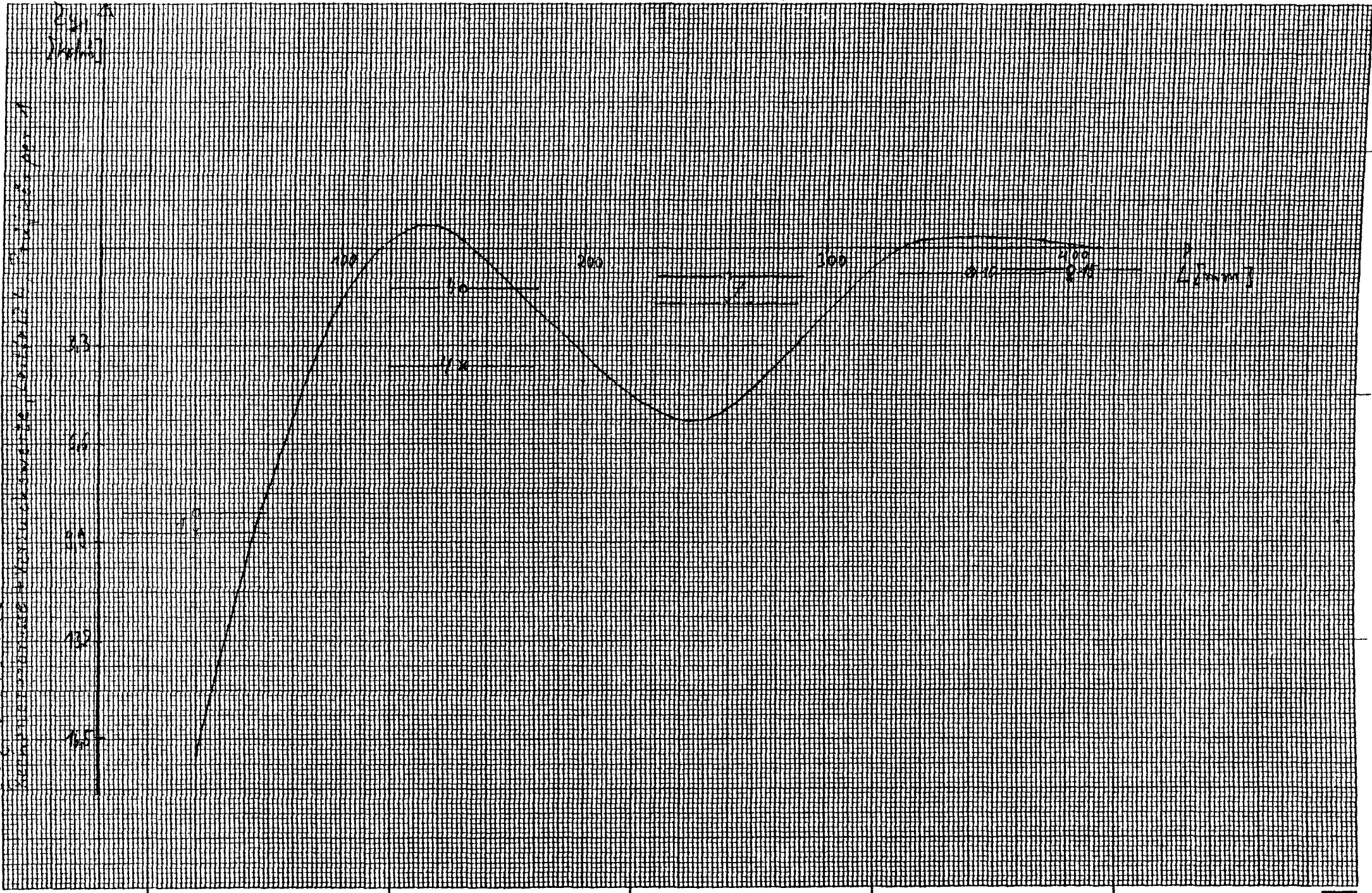
Extrapolation

Extrapolation



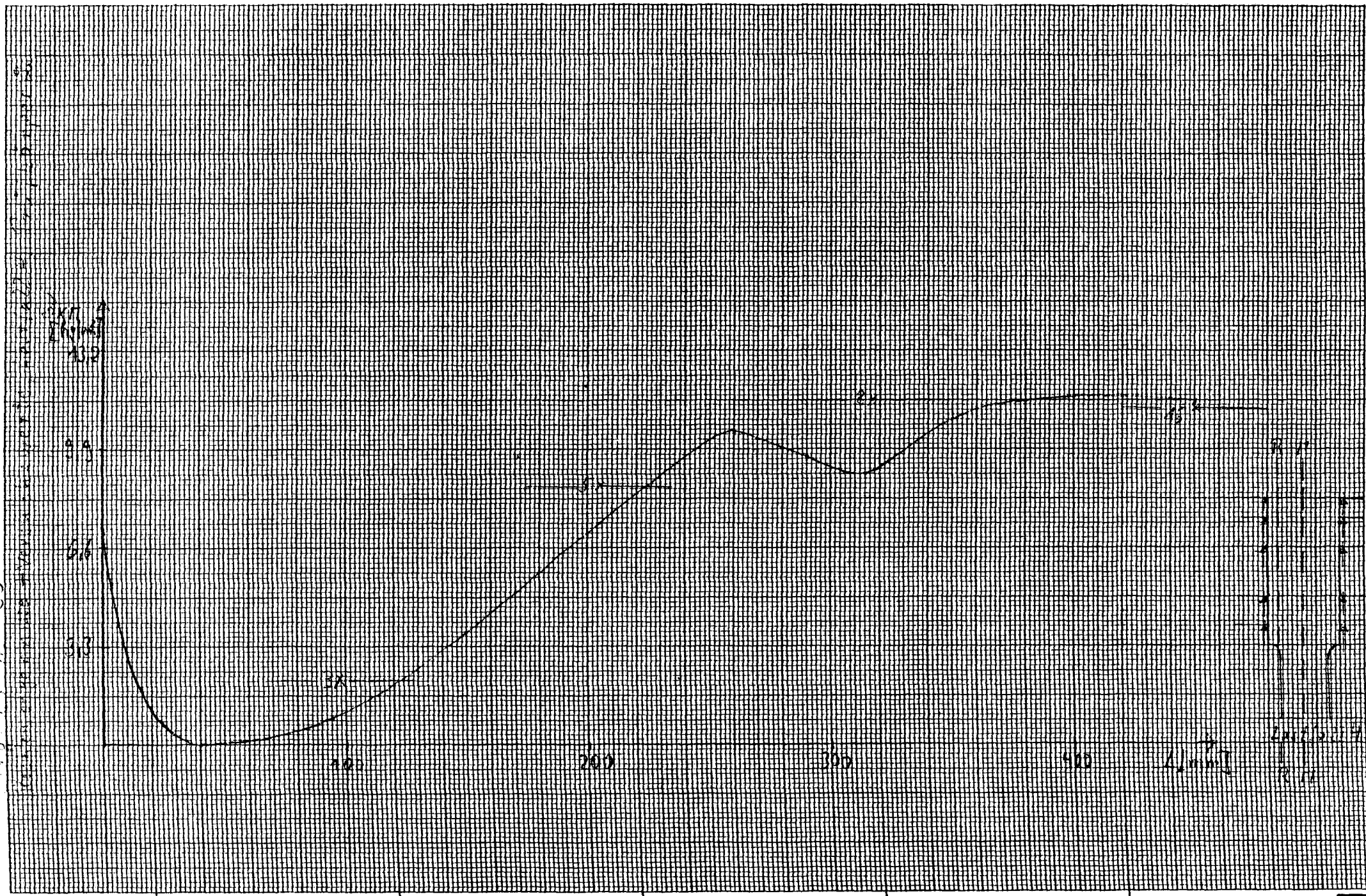
- 130 -

Diagram 4.20



-131-

4.30



-138-

4.31

2.9.05.05.05

8x12.4
2x10.4
3x10.4
4x10.4
5x10.4
6x10.4
7x10.4
8x10.4
9x10.4
10x10.4
11x10.4
12x10.4
13x10.4
14x10.4
15x10.4
16x10.4
17x10.4
18x10.4
19x10.4
20x10.4
21x10.4
22x10.4
23x10.4
24x10.4
25x10.4
26x10.4
27x10.4
28x10.4
29x10.4
30x10.4
31x10.4
32x10.4
33x10.4
34x10.4
35x10.4
36x10.4
37x10.4
38x10.4
39x10.4
40x10.4
41x10.4
42x10.4
43x10.4
44x10.4
45x10.4
46x10.4
47x10.4
48x10.4
49x10.4
50x10.4
51x10.4
52x10.4
53x10.4
54x10.4
55x10.4
56x10.4
57x10.4
58x10.4
59x10.4
60x10.4
61x10.4
62x10.4
63x10.4
64x10.4
65x10.4
66x10.4
67x10.4
68x10.4
69x10.4
70x10.4
71x10.4
72x10.4
73x10.4
74x10.4
75x10.4
76x10.4
77x10.4
78x10.4
79x10.4
80x10.4
81x10.4
82x10.4
83x10.4
84x10.4
85x10.4
86x10.4
87x10.4
88x10.4
89x10.4
90x10.4
91x10.4
92x10.4
93x10.4
94x10.4
95x10.4
96x10.4
97x10.4
98x10.4
99x10.4
100x10.4

14.8

14.5

13.2

9.9

6.6

3.3

3x

6x

9x

12x

100

200

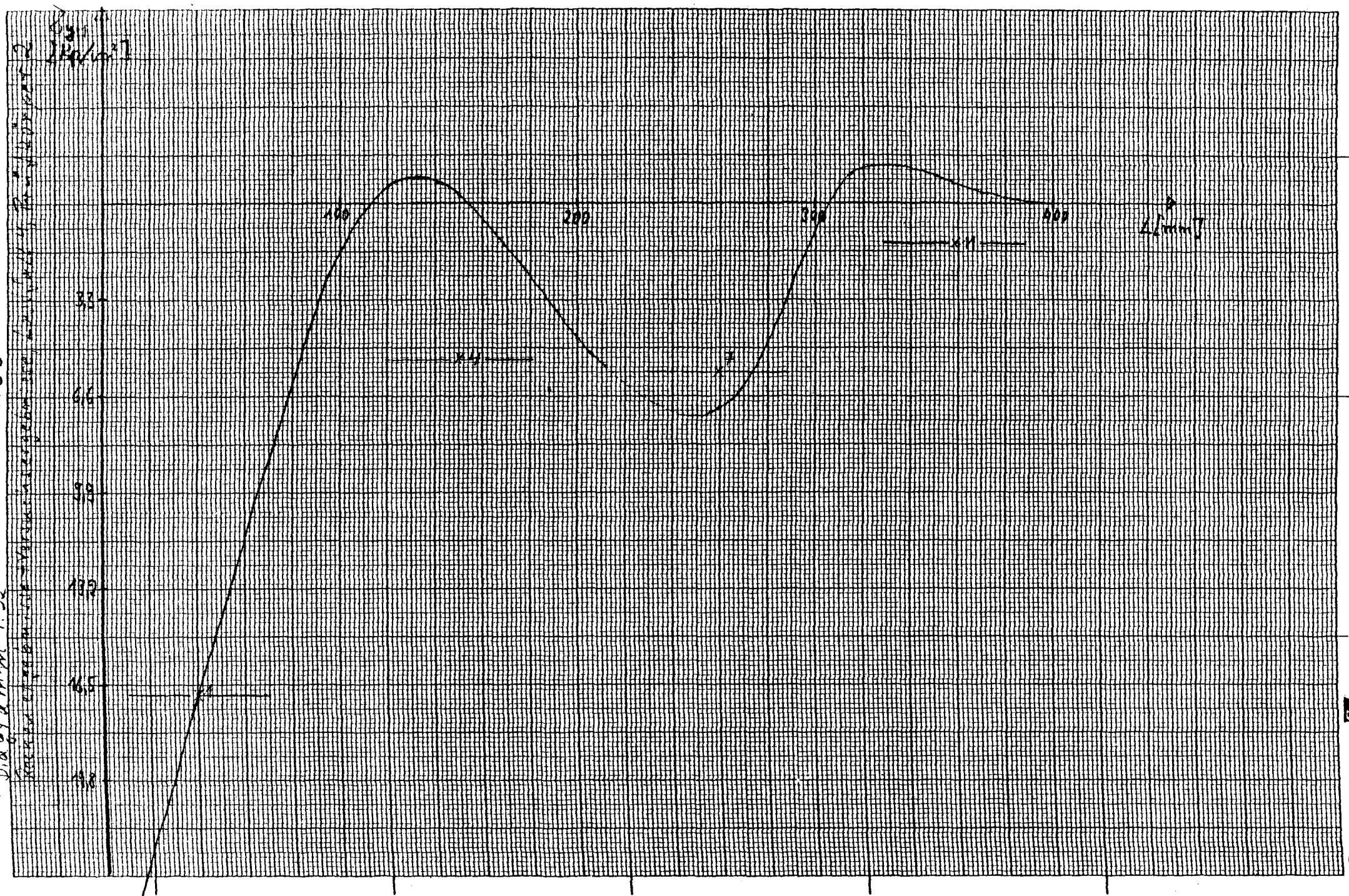
300

400

22mm

-133-

Diagramm 4.32



-134-

Datum 4.33

Reinigungsablauf des Versuches merkehaftlich

OXR²
[ppm]

6.6

3.3

OXR² [ppm]

6.6

3.3

100

200

300

400

Zeit

100

200

300

400

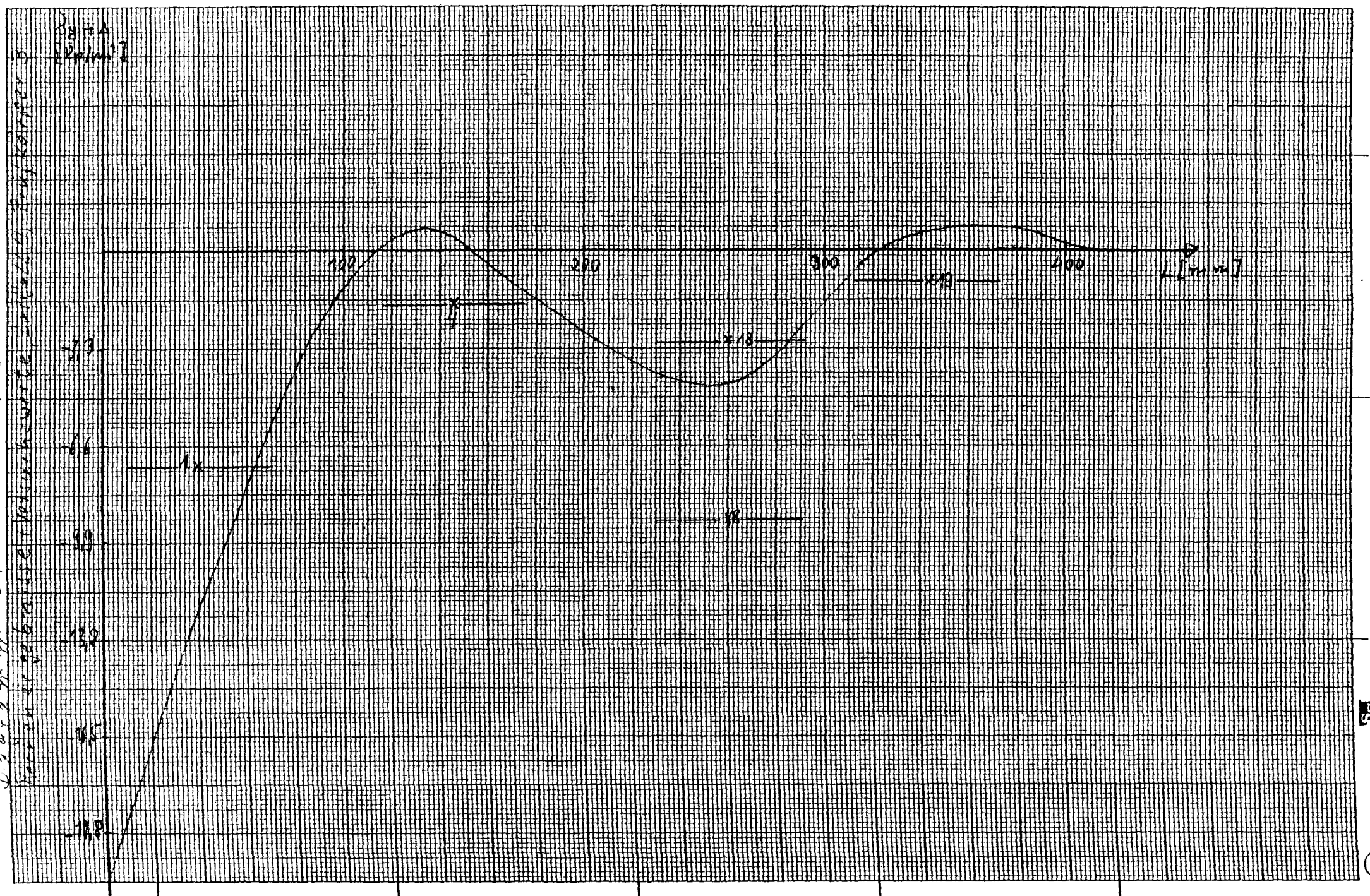
Zeit

12.12.24

13

-135-

Dauerstrom 4,34



mit den Versuchen im Einklang, bis auf den dritten Prüfkörper. Hier war der zweiachsige Beanspruchungszustand im Krafteinleitungsbereich der Zange, hervorgerufen durch unsymmetrische Krafteinleitung, entscheidend.

4.5.2. Klebe Konstruktion

Die rechnerisch ermittelten Spannungen für die Klebe-Konstruktion erfüllen das Gleichgewicht.

Starke Abweichungen zwischen Versuchswerten und Programmresultaten bestehen bei den σ_{x2} Spannungen des ersten und zweiten Prüfkörpers, (siehe Diagramm 4.35 u. 4.37, was auf die exzentrische Lage der Zugkraft zurückzuführen ist.

Auch hier zeigt die Rechnung bei der plötzlichen Prüfkörperverengung hohe Längsspannungsspitzen σ_{x2} , was durch den Versuch bestätigt wurde.

- 138 -

Diagramm 4.35

Rechnungsergebnisse für die Wärmeübertragung, bei konstanten Temperaturen

$\delta_{\text{R}} \Delta T \text{ [K/m]}$

825

66

33

$\delta_{\text{R}} \Delta T \text{ [K/m]}$

825

66

33

$\delta_{\text{R}} \Delta T \text{ [K/m]}$

825

66

33

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

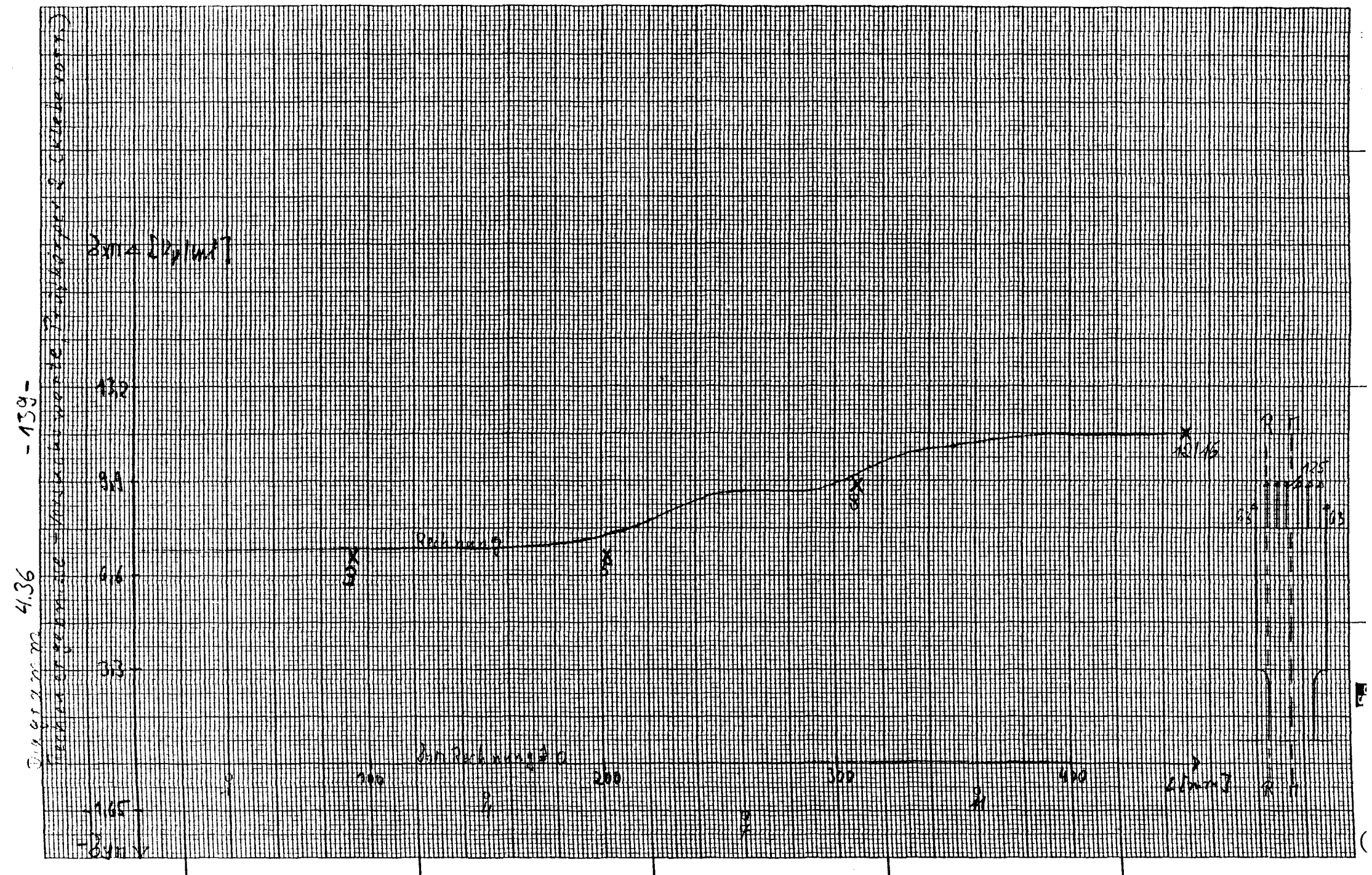


Diagramm 4.34 - 140°

Temperaturverlauf + Versuchswerte, Prüfkomponente 2 (Kleinteile)

$\lambda_{\text{eff}} [\text{Kp/m}^2]$

19.8
11.5
13.2
9.9
6.6
3.3

2x

6x

10x
9x

13x

100

200

300

400

$\Delta x [\text{mm}]$

1



4.6. Folgerungen für die Hauptversuche

Zur Festimmung vergleichbarer Werte oder

Die wichtigste Voraussetzung zum Messen der zentrischen Zugfestigkeit ist die zentrische Einleitung der Zugkraft in den Prüfkörper. (Unter exzentrischen)

~~Durch eine veränderte Spannungsverteilung (exzentrische Krafteinleitung) verändert sich auch die Zugfestigkeit; spröder Stoffe ^{zeigen bei} hohen Spannungsgradienten gehören auch entsprechend höhere Festigkeiten (Bruchrandspannungen)~~

~~Die Zugfestigkeit ist also eine Funktion der Zugspannung σ_z und der auf die Maßeinheit bezogenen Spannungsänderung $\frac{d\sigma_z}{ds}$.~~

~~$\sigma_z = f(\sigma_z, \frac{d\sigma_z}{ds})$ siehe [41]~~

Da in den Vorversuchen relativ große ^{ungewollte} Exzentrizitäten auftraten, ^{wurden im Rahmen der} ergeben sich einige besonders zu beachtende Punkte für die Hauptversuche ^{zusätzliche Vorkehrung} ~~erhoffen~~:

Um mit der Zangenkonstruktion eine zentrische Krafteinleitung zu erzielen, muß der Prüfkörper genau bearbeitet werden, wobei besonders darauf zu achten ist, daß die Angriffsflächen für die Stahlplatten planparallel geschliffen sind. Beim Herstellen ^{des} eines Anfangsdrückes mit Hilfe der Querstäbe ~~an der Zange~~, ist

↑
an der Zange vorgesehen

gleiches Anspannen aller Stäbe Voraussetzung für gute Versuchsergebnisse.

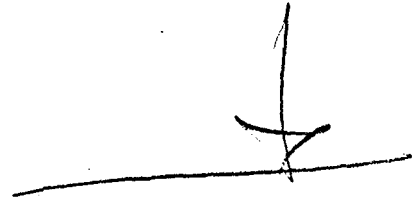
~~Für Zugversuche mit der Zange sollte man nicht zu junge Prüfkörper verwenden, da hier die Druck- und Spaltzugfestigkeit noch zu gering sind, und damit die Gefahr des Versagens im Krafteinleitungsbereich besteht.~~

Bei der Klebekonstruktion ist es unbedingt notwendig, ~~Flaschhalter~~ ^{Flaschhalter} zwischen den Stahlplatten zu verwenden, um die Zugkraft zentrisch in den Prüfkörper einzuleiten. Die Mütter oberhalb der zweiten Stahlplatte sollten mit einem ~~Drehmomentenschlüssel~~ ^{die beiden} gezogen werden, um den ~~Flaschhalter~~ ^{Flaschhalter} zwischen den Stahlplatten ~~möglichst genau~~ ^{parallel} einzustellen.

~~Zwischen Spannstaalmütter und Gelenklager muß eine Unterscheibe angeordnet werden, um Einverleiten der Spannstaalmütter zu vermeiden, da die Bohrung im Gelenklager sehr groß gegenüber dem Durchmesser der Mutter ist.~~ Die Klebeflächen des Prüfkörpers müssen sorgfältig bearbeitet werden (abschleifen, keine Feuchtigkeit), um zu verhindern, daß der Bruch ⁱⁿ oberhalb der Klebefuge eintritt.

Zur die Klebeverbindung

mit An Hand der Versuche erwies sich der ~~der~~ Prüfkörper
parabelförmige Verjüngung als der Günstigste, da der
Bruch ^{steht im Bereich} an einer Stelle mit der minimalsten Querschnitts-
fläche auftrat. ~~(Stichverbindung)~~. Die rechnerisch -
theoretische ~~Unternehmung~~ ^{erbracht} Die Rechnung weist dasselbe Ergebnis auf. Die hohen
~~läng~~ ^{werden} Spannungsspitzen des ~~ersten~~ Prüfkörpers sind durch
den parabelförmigen Übergang ^{gänzlich} fast abgebaut.



5. Hauptversuche

5.1. Versuchsdurchführung

In den Hauptversuchen wird die zentrische Zugfestigkeit mit der Zange- und mit der KlebeKonstruktion ermittelt. Die so ermittelten Zugfestigkeiten werden mit der Spaltzugfestigkeit verglichen. Die Versuche werden auf zwei Körnungen ausgedehnt. Der Feinkornzuschlag hat einen maximalen Korn Durchmesser von 8 mm (Beton I), während der Grobzuschlag einen maximalen Korn Durchmesser von 32 mm (Beton II) besitzt. (siehe Diagramm 5.1)

Um eine einigermaßen gesicherte Aussage über die ermittelten Festigkeiten machen zu können, werden jeweils 9 Versuchswerte ermittelt.

Somit sind 36 Körper zu prüfen, je Körnung 18, wobei 3 mit der Zangenartigen Lasteintragungs Konstruktion und 3 mit der KlebeKonstruktion zu Bruch gefahren werden.

An einem Versuchstag können jeweils 3 Prüfungen mit der ZangenKonstruktion und mit der KlebeKonstruktion durchgeführt werden. Parallel dazu werden 6 Spaltzugzylinder, 3 Würfel und 3 Prismen geprüft. Für die Hauptversuche wird die dritte Prüfkörperform (parabel-

förmige Verjüngung) aus o. g. Gründen gewählt (siehe 4.6.) Die Betonkörper werden nach 7 Tagen geprüft, wobei sie vorher 6 Tage unter nassen Tüchern lagern.

Bei den ersten Versuchen mit der Klebevorrichtung wurde die Stirnseite der Prüfkörper vor der Klebung mittels mechanischer Bearbeitung angeraut. Dadurch wurde der Beton an den Stirnseiten in seiner Mikrostruktur zerstört. Die Haftfestigkeit zwischen Zementmatrix und Zuschlagstoff wurde stark herabgesetzt, und der Prüfkörper ging bei diesen Versuchen immer einige mm unterhalb der Klebefuge zu Bruch.

Durch Anordnung von Dehnmessstreifen an allen 4 Seiten in der Mitte des Prüfkörpers wird noch einmal die Lage der eingeleiteten Kraft kontrolliert. Außerdem werden die Diagonalstäbe der Zange mit DMS versehen, um eventuell Rückschlüsse über die Größe der Zangenkräfte zu bekommen.

Die Last wird kontinuierlich, durch Handsteuerung, aufgebracht.

5.2. Versuchsergebnisse

Für die Hauptversuche werden 6 Mischungen angesetzt, und eine zusätzliche Mischung zum Nachholen der Fehlversuche, bei denen der Bruch oberhalb der Klebefuge eintrat.

Die Stirnseiten der Betonprobe wurden nicht mehr mechanisch angeraut, was sich positiv auf die Betonstruktur unterhalb der Klebefuge auswirkte. Der Bruch erfolgte immer auf dem gewünschten Prüfkörperabschnitt.

Die Betonzusammensetzungen der einzelnen Mischungen sind aus Diagramm 5.1 zu sehen.

Die Sieblinien der Betonzuschläge für Beton I und II werden rechnerisch ermittelt und den Regelsieblinien nach DIN 1045 gegenübergestellt. (siehe Diagramm 5.4 u. 5.5,

Be- ton	Misch- ung	Beton g ü t e				Zement			Korn aufbau					Ausbreit- maß
		P _w #	Mittel	P ₂₇	Mittel	Gütekl.	Gehalt	W/Z	0/1	0/2	2/8	8/16	16/32	
mm	mm	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	mm	kg/m ³	mm	Gew. %	Gew. %	Gew. %	Gew. %	Gew. %	mm
I	1	300,7 300,7 298,0	304	256 258 260	258	PZ 350F	330	0,65	20	33	47	/	/	39,0
	2	311 302 307	307	276 274 274	276	PZ 350F	330	0,65	20	33	47	/	/	39,0
	3	276 284 276	279	249 245 251	248	PZ 350F	330	0,65	20	33	47	/	/	39,0
	7	253 253 253	253	/	/	PZ 350F								
II	4	338 280 338	319	257 266 259	261	PZ 350F	263	0,66	13	12	25	15	35	38,5
	5	265 278 274	272	212 207 205	208	PZ 350F	263	0,66	13	12	25	15	35	38,5
	6	324 338 333	332	244 260 257	254	PZ 350F	263	0,66	13	12	25	15	35	38,5

Diagramm 5.1

Betonzusammensetzung (Hauptversuche)

Siebertgebnisse der Korngruppen

Korn gruppe	Durchgang im Gewichts. % durch die Siebe						
	0,25	0,5	1	2	4	8	16
0/1	57,2	35,8	4,5	1,2	0,8	0,5	
0/2	3,9	40,5	37,1	14,7	3,8		
2/8	0,5	0,3	0,7	2,3	33,7	58,4	4,1

Sieb Zinie Betonzuschlag für Beton I

Korn gruppe	Anteil %	Durchgang im Gewichts. % durch die Siebe						
		0,25	0,5	1	2	4	8	16
0/1	20	11,4	7,2	0,9	0,2	0,2	0,1	
0/2	33	1,3	13,4	12,2	4,9	1,3		
2/8	47	0,2	0,1	0,3	1,9	15,8	27,4	1,9
Summe	100	12,9	20,7	13,4	6,2	17,3	27,5	1,9
		12,9	33,6	47,0	53,2	70,5	98,0	100

Diagram m 5.2

Rechnerische Ermittlung der Siebzinie (Beton I)

Siebergergebnisse der Korngruppen

Korn- gruppe	Durchgang in gew. % durch die Siebe								
	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	63
0/1	55,9	36,4	5,3	1,8	0,4	0,2			
0/2	3,9	40,5	37,1	14,7	3,8				
2/8	0,4	0,3	1,0	3,4	36,0	56,1	2,8		
8/16	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	1,9	74,5	22,9	
16/32	0,1	—	—	0,1	0,1	0,3	20,4	77,7	1,3

Siebzinie Betonzuschlag für Beton II

Korn- gruppe	Anteil %	Durchgang in gew. % durch die Siebe								
		0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	63
0/1	13	7,27	4,73	0,69	0,23	0,05	0,03			
0/2	12	0,47	4,86	4,45	1,76	9,46				
2/8	25	0,10	0,08	0,25	0,85	—	14,03	0,70		
8/16	15	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,29	11,18	3,44	
16/32	35	0,04	—	—	0,04	0,04	0,11	7,14	27,2	0,46
Summe	100	7,93	9,69	5,41	2,90	9,57	14,46	19,02	30,64	0,46
		7,93	17,62	23,03	25,93	35,50	49,96	68,98	99,54	100,0

Diagramm 5.3

Rechnerische Ermittlung der Siebzinie (Beton II)

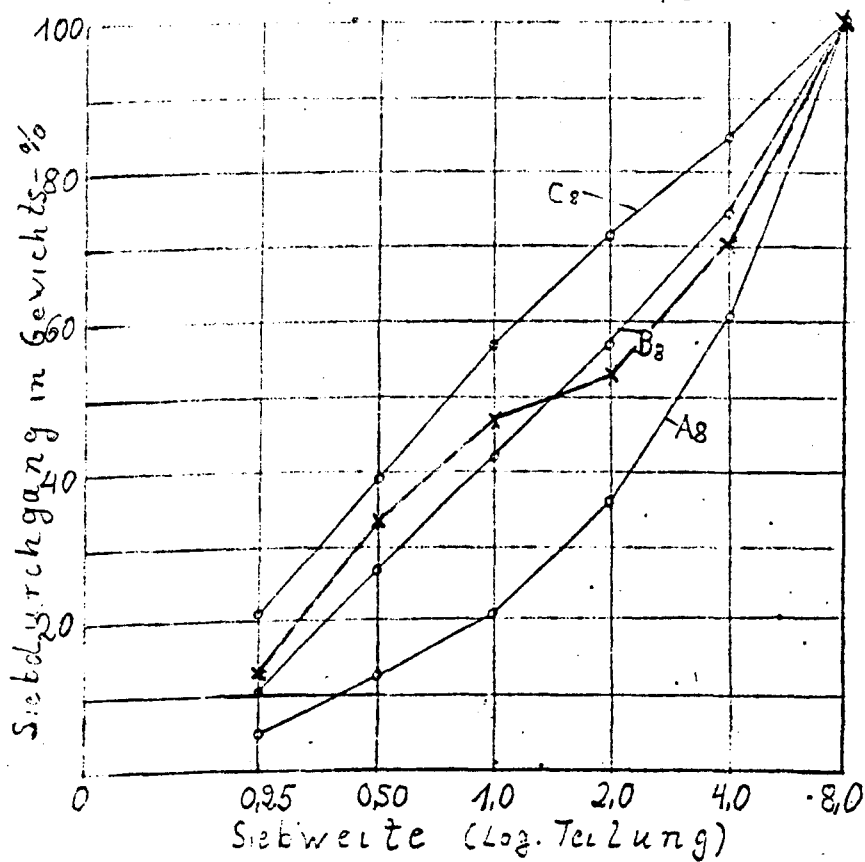


Diagramm 5.4

Siebziele Beton I (Feinzuschlag)

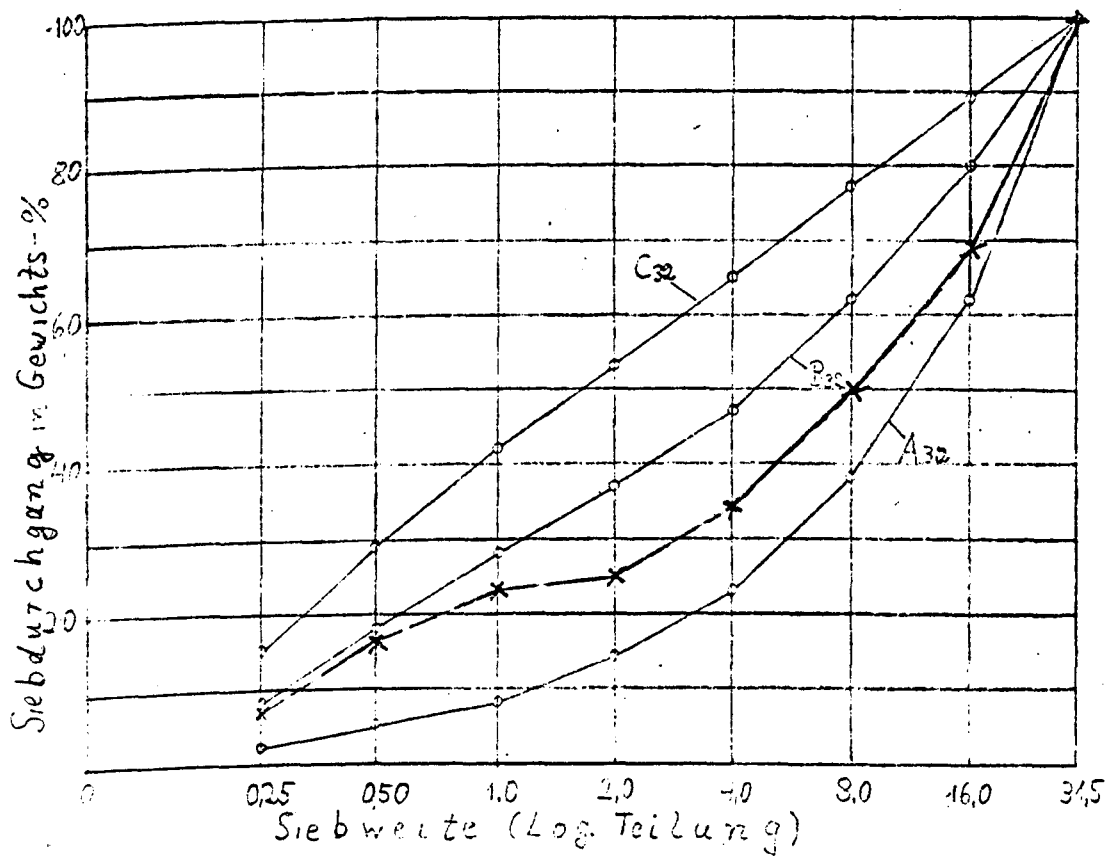


Diagramm 5.5

Siebziele Beton II (Grobzuschlag)

Die Kurven A, B, C sind die Regelsieblinien nach DIN 1045 für brauchbar und günstig zusammengesetzte Zuschlagsgemische mit 8 und 32 mm Größtkorn.

Zuschlagsgemische mit Sieblinien unterhalb der Sieblinie A gelten als ungünstig, da sie zu grobkörnig sind + einen schwer verarbeitbaren Beton ergeben. Der durch die Sieblinien A und B begrenzte Bereich gilt als ungünstig, Zuschlagsgemische mit Sieblinien zwischen den Regelsieblinien B und C sind sandreich. Sie liefern einen besser verarbeitbaren Beton, haben allerdings einen etwas höheren Wasseranspruch und erfordern dadurch für die gleiche Betonfestigkeit einen etwas höheren Zementgehalt. Zuschlagsgemische im Beton oberhalb der Sieblinie C gelten wegen ihres großen Wasser- und Zementbedarfs als technologisch und wirtschaftlich ungünstig.

Es werden jeweils an 2 Prüfkörpern mit der Zangen- und Klebekonstruktion in Querschnittsmitte an allen 4 Seiten Dehnmessstreifen angeordnet, um die Lage der Rissbildenden zu überprüfen. (siehe Diagramm 5.6 u. 5.7)

Die Dehnungen zeigen, daß die Zugkräfte relativ zentrisch eingeleitet werden, sowohl mit der Zange als auch mit Klebekonstruktion.

Aus den gemessenen Dehnungen an den Diagonalstäben der Zange kann man nur erkennen, daß diese Stäbe Biegung erhalten. (siehe Diagramm 5.8)

Diese Biegung kann durch Zwängungen einzelner Konstruktionsteile der Zange bei Belastung zustande kommen.

$\frac{D_{NS}}{Z[kg]}$	1	2	3	4
1000	26	26	28	28
1500	39	39	42	43
2000	52	54	59	58
2500	67	73	79	73

$\frac{D_{NS}}{Z[kg]}$	1	2	3	4
		ausgef.		
1000	22	/	25	22
1500	36	/	37	32
2000	52	/	52	44

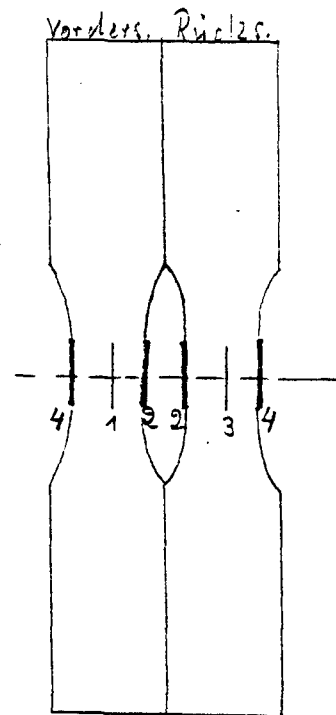


Diagramm 5.6

Messung der Exzentrizität bei Versuchen mit der Zangen Konstr.

$\frac{D_{NS}}{Z[kg]}$	1	2	3	4
1000	25	27	28	26
1500	37	41	42	38
2000	50	55	56	51

$\frac{D_{NS}}{Z[kg]}$	1	2	3	4
		ausgef.		ausgef.
1500	24	/	22	/
2000	50	/	47	/
2500	72	/	68	/

Diagramm 5.7

Messung der Exzentrizität bei Versuchen mit der Kleebe Konstr.

Die DMS wurden an den Diagonalstäben der Zange angebracht. Ein Stab ist jeweils an beiden Seiten mit einem DMS beklebt. Bei der oberen und der unteren Zange sind je zwei parallel verlaufende Stäbe beklebt. Es gehören also immer die DMS (1,2), (3,4), (5,6) und (7,8) zusammen, da sie an demselben Stab messen.

DMS 22651	1	2	3	4	5	6	7	8
1000	18	7	11	6	-2	22	6	20
1500	25	13	20	8	0	29	9	30
2000	30	20	28	9	1	36	16	35
2500	34	24	36	7	0	42	21	38

1000	-7	19	-2	20	13	0	-10	28
1500	-9	29	-4	32	9	13	-11	40
2000	-11	40	-5	49	8	22	-13	55

Diagramm 5.8

- Dehnungen an den Diagonalstäben der Zange

Beton	Mischung	Spaltzugfestigkeit $[kg/cm^2]$						Mittel
I	1	23,5	22,8	25,0	25,1	29,1	25,6	25,18
	2	20,5	20,5	25,3	23,8	22,4	22,9	22,57
	3	27,3	23,7	20,6	22,5	24,5	22,4	23,5
II	4	27,8	26,7	22,5	20,7	29,2	26,9	25,6
	5	20,1	21,3	19,5	20,3	23,2	21,3	21,0
	6	22,4	23,2	25,3	21,2	22,3	25,2	23,3

Diagramm 5.9

Spaltzugfestigkeiten Beton I (Feinzuschlag) + Beton II (Grobzuschlag)

Beton	Mischung	P_n [kg]	F_u [mm ²]	σ_u [$\frac{kg}{mm^2}$]	Flitzwert σ_u [$\frac{kg}{mm^2}$]
I	1	3680	150	24,53	x 23,16
		3400	156	21,79	
		1820	150	12,13	
	2	3300	150	22,0	20,05
		2900	150	19,33	
		2910	154,5	18,83	
	3	3690	157	23,5	22,94
		3840	169,5	22,65	
		/	/	/	
	7	3300	145,5	22,68	22,68
		/	/	/	
		/	/	/	
II	4	3620	147	24,62	20,94
		2900	153	18,95	
		2890	150	19,26	
	5	2220	151,5	14,65	16,55
		2640	150	17,6	
		2610	150	17,4	
	6	3010	149,94	20,07	21,86
		3460	150	23,07	
		3410	152	22,43	

x Zur Berechnung dieses Flitzwertes wurde der Wert $\sigma_u = 12,13 \frac{kg}{mm^2}$ außer acht gelassen

Diagramm 5.10

Mit der Zangenkonstruktion ermittelte Zugfestigkeiten

Beton	Mischung	P_u [kg]	F_u [mm]	δ_u [$\frac{kg}{mm^2}$]	Mittel δ_u [$\frac{kg}{mm^2}$]
I	1	3040	150	20,27	19,67
		2920	153	19,08	
		/	/	/	
	2	/	/	/	19,53
		2530	150	16,87	
		3330	150	22,2	
	3	/	/	/	/
	7	3500	160,5	21,81	22,8
		3330	150	22,2	
		3420	152	22,5	
		3510	147	23,88	
		3400	144	23,61	
II	4	2870	153	18,76	18,24
		2760	145,5	18,97	
		2550	150	17,0	
	5	2920	172,5	16,9	15,93
		2480	150	16,5	
		2120	147	14,4	
	6	3160	150	21,07	21,62
		32,20	147	21,9	
		3160	144	21,9	

Diagramm 5.11

Mit der Klebe Konstruktion ermittelte Zugfestigkeiten

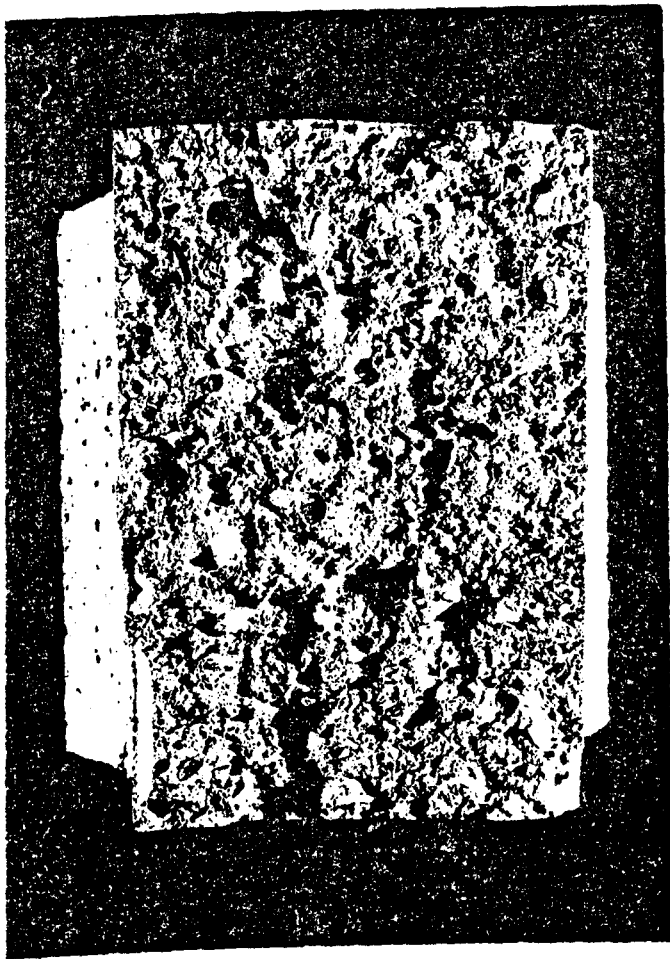


Bild 5.1

Bruchquerschnitt Beton I (Feinausschlag)

Bild 5.2

Bruchquerschnitt Beton II (Grobzuschlag)

5.3. Versuchs auswertung

5.3.1. Berechnung statistischer Kennwerte

Zur Kennzeichnung der Eigenschaften einer Versuchsreihe werden statistische Kennwerte verwendet. Die wichtigsten sind der arithmetische Mittelwert als Maß für die mittlere Lage sowie die Standardabweichung als Maß für die Streuung einer statistischen Größe.

Der arithmetische Mittelwert ergibt sich zu:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

n = Anzahl der Messungen

x_i = Versuchswerte

Die Standardabweichung s errechnet sich nach:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Auf Berechnung weiterer statistischer Werte wird auf Grund der wenigen Versuchswerte (9) verzichtet.

5.3.1.1. Spaltzugfestigkeiten

Beton I (Feinzuschlag)

$$\bar{X} = \frac{427,5}{18} = \underline{\underline{23,75}}$$

X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
23,5	-0,25	0,06
22,8	-0,95	0,90
25,0	1,25	1,56
25,1	1,35	1,82
28,1	5,35	28,62
25,6	1,85	3,42
20,5	-3,25	10,56
20,5	-3,25	10,56
25,3	1,55	2,40
23,8	0,05	0,002
22,4	-1,35	1,82
22,9	-0,85	0,72
27,9	3,55	12,60
23,7	-0,05	0,002
20,6	-3,15	9,92
22,5	-1,25	1,56
24,5	0,75	0,56
22,4	-1,35	1,82
Σ		88,9

$$s = \sqrt{\frac{1}{17} \cdot 88,9}$$

$$\underline{\underline{s = 2,29}}$$

Beton II (Grobzuschlag)

$$\bar{X} = \frac{419,4}{18} = \underline{\underline{23,3}}$$

X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
27,8	4,5	20,25
26,7	3,4	11,56
22,5	-0,8	0,64
20,7	-2,6	6,76
29,2	5,9	34,81
26,9	3,6	12,96
20,1	-3,2	10,24
21,3	-2,0	4,00
19,5	-3,8	14,44
20,3	-3,0	9,00
23,2	-0,1	0,01
21,3	-2,0	4,00
22,4	-0,9	0,81
23,2	-0,1	0,01
25,3	2,0	4,0
21,2	-2,1	4,41
22,5	-1,0	1,0
25,2	1,9	3,61
Σ		142,51

$$S = \sqrt{\frac{1}{17} \cdot 142,51}$$

$$\underline{\underline{S = 2,89}}$$

5.3.4.2 Zugfestigkeiten mit der Rangkonstruktion

Beton I

$$\bar{X} = \frac{175,28}{8} = \underline{\underline{21,91}}$$

X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
24,53	2,62	6,86
* 21,79	-0,12	0,01
/	/	/
22,0	0,09	0,01
19,33	-2,58	6,65
18,83	-3,08	9,48
23,50	1,59	2,52
22,65	0,74	0,54
22,68	0,77	0,59
		26,66

$$S = \sqrt{\frac{1}{7} \cdot 26,66}$$

$$\underline{\underline{S = 1,95}}$$

Beton II

$$\bar{X} = \frac{178,02}{9} = \underline{\underline{19,78}}$$

X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
24,62	4,84	23,42
18,95	- 0,83	0,68
19,26	- 0,52	0,27
14,65	- 5,13	26,30
17,60	- 2,18	4,75
17,40	- 2,38	5,66
20,07	0,29	0,08
23,07	3,29	10,82
22,43	2,65	7,02
		79,00

$$s = \sqrt{\frac{1}{8} \cdot 79,0}$$

$$\underline{\underline{s = 3,14}}$$

5.3.4.3 Zugfestigkeiten mit der Klebekonstruktion

Beton I

$$\bar{X} = \frac{192,42}{9} = \underline{\underline{21,38}}$$

X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
20,27	- 1,11	1,23
19,08	- 2,30	5,29
16,87	- 4,51	20,34
22,20	0,82	0,67
21,81	0,43	0,18
22,20	0,82	0,67
22,50	1,12	1,25
23,88	2,50	6,25
23,61	2,23	4,97
		40,85

$$S = \sqrt{\frac{1}{8} \cdot 40,85}$$

$$\underline{\underline{S = 2,26}}$$

Beton II

$$\bar{X} = \frac{167,4}{9} = \underline{\underline{18,6}}$$

X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
18,76	0,16	0,02
18,97	0,37	0,13
17,00	- 1,60	2,56
16,90	- 1,70	2,89
16,50	- 2,10	4,41
14,40	- 4,20	17,64
21,07	2,47	6,10
21,90	3,30	10,89
21,90	3,30	10,89
		55,53

$$s = \sqrt{\frac{1}{8} \cdot 55,53}$$

$$\underline{\underline{s = 2,63}}$$

5.3.14. Drückfestigkeiten β_{w7}

Beton I

$$\bar{X} = \frac{3432}{12} = \underline{\underline{286}}$$

X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
300,7	14,7	216
300,7	14,7	216
298,0	12,0	144
311,0	25,0	625
302,0	16,0	256
307,0	21,0	441
276,0	-10,0	100
284,0	- 2,0	4
276,0	-10,0	100
253,0	-33,0	1089
253,0	-33,0	1089
253,0	-33,0	1089
		5369

$$s = \sqrt{\frac{1}{11} \cdot 5369}$$

$$\underline{\underline{s = 22,09}}$$

Beton II

$$\bar{X} = \frac{2772}{9} = \underline{\underline{308}}$$

X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
338	30	900
280	-28	784
338	30	900
265	-43	1849
278	-30	900
274	-34	1156
324	16	256
338	30	900
333	25	625
		8270

$$s = \sqrt{\frac{1}{8} \cdot 8270}$$

$$\underline{\underline{s = 32,15}}$$

5.315. Drückfestigkeiten βP_T

Beton I

$$\bar{X} = \frac{2349}{9} = \underline{\underline{261}}$$

X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
256	-5	25
258	-3	9
260	1	1
276	15	225
274	13	169
274	13	169
249	-12	144
245	-16	256
251	-10	100
		1098

$$S = \sqrt{\frac{1}{8} \cdot 1098}$$

$$\underline{\underline{S = 11,7}}$$

Beton II

$$\bar{X} = \frac{2169}{9} = \underline{\underline{241}}$$

X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
257	16	256
266	25	625
259	18	324
212	-29	841
207	-34	1156
205	-36	1296
244	3	9
260	19	361
257	16	256
		5124

$$S = \sqrt{\frac{1}{8} \cdot 5124}$$

$$\underline{\underline{S = 25,3}}$$

Enw

5.8.2. Gegenüberstellung der ermittelten Festigkeiten

zeigt die folgende Tabelle (Festigkeits-
Zusammenstellung der Ergebnisse: Werte in kg/cm^2)

Diagramm 5.13

weiter analysieren!

	Beton I (Feinzuschl.)		Beton II (Grobzuschl.)	
	Mittelwert	Standard- abweichung	Mittelw.	Standard- abweichung
Spaltzugf.	23,75	2,29	23,3	2,89
Zugfestigkeit ($\equiv a_{m,ge}$)	21,91 ^X	1,95	19,78	3,14
Zugfestigkeit (Klebeverbind.)	21,38	2,26	18,6	2,63
Korndurchmesser β_{w7}	286	22,09	308,0	32,15
Prismendruckfest β_{p7}	261	11,7	241	25,3

X = Zur Berechnung dieses Mittelwertes wurde der 12,13^{er} außer acht gelassen (siehe Diagramm 5.10)

Wie die Gegenüberstellung von Mittelwert und Standardabweichung zeigen, hat der Korndurchmesser keinen nennenswerten Einfluß auf die Spaltzugfestigkeit.

Bei den Zugfestigkeiten bewirkt der Grobzuschlag eine Herabsetzung um etwa 12%. Außerdem ist festzu-

steilen, daß die Versuchswerte einen größeren Streubereich haben. ~~(siehe Standardabweichung, Diagramm S. 13)~~
Bei ~~den~~ ^{Die} Drückfestigkeiten β_{w7} und β_{p7} sind ~~diese~~ ^{die Beton II zeigen ebenfalls} ~~größeren~~ Abweichungen vom Mittelwert, ~~auch vorhanden~~ ^{was}, das bedeutet, daß ~~der~~ Beton I (Feinzuschlag) einen homogenen Werkstoff darstellt. Die Würfelfestigkeit β_{w7} wird durch den Grobzuschlag gesteigert, während die Prismenfestigkeit β_{p7} herabgesetzt wird. Hieraus ~~läßt sich der Einfluß des Grobkorn durchmessers auf die Drückfestigkeit nicht eindeutig ableiten.~~ ^{deutet sich ein} ~~behinderter~~ ^{Probleme} ~~an~~

Vergleicht man die Ergebnisse der Zangenkonstruktion mit der Klee Konstruktion, so haben sich hier keine nennenswerten Abweichungen in bezug auf Mittelwert und Standardabweichung gezeigt.

Die Spaltzugfestigkeiten sind bei beiden Betonen höher als die Zugfestigkeit.

Beton I (Feinzuschlag) $\longrightarrow \beta_{sz}/\beta_z \sim 1,1$

Beton II (Grobzuschlag) $\longrightarrow \beta_{sz}/\beta_z \sim 1,2$

5.4. Zusammenfassung

Bei den Hauptversuchen ist es sowohl mit der Zangenkonstruktion als auch mit der KlebeKonstruktion gelungen, den Bruch im beabsichtigten Prüfkörperabschnitt herbeizuführen. Beide Prüfeinrichtungen zeigten kaum Unterschiede in den Versuchsergebnissen. Von der praktischen Versuchsdurchführung jedoch bringt die Zangenkonstruktion einige Nachteile gegenüber der KlebeKonstruktion mit sich. Die Prüfkörper müssen im oberen und unteren Bereich genauer bearbeitet werden, und die Zange muß symmetrisch auf den Prüfkörper gesetzt werden. Durch die Steifigkeit und das Eigengewicht der Zange ist es oft schwierig diese Bedingungen einzuhalten. Bei der KlebeKonstruktion gibt es vom Aufbau her keine Schwierigkeiten. ^{Allerdings} Es ist besonders darauf zu achten, daß die Betonstruktur ^{im Bereich} unterhalb der Klebefuge nicht beschädigt wird, ~~und mit Hilfe von Abstandshaltern muß die Entfernung obere untere Stahlplatte genau eingestellt werden.~~

~~Die Versuchsergebnisse zeigten eindeutig, daß der Grobzuschlag die Zugfestigkeit herabsetzt. Um dies genauer zu untersuchen, hätte man noch einen mittleren Körnungsbereich bis 16 mm Grobkorndurchmesser verwenden können.~~

folgt Seite 170 + 171

6. Literaturnachweis

- [1] Dr.-Ing. György Iványi
Zugfestigkeit von Beton in örtlich veränderlichen Beanspruchungszuständen.
- [2] Josef Eible - György Iványi
Studie zum Trag-Verformungsverhalten von Stahlbeton
- Deutscher Ausschuß für Stahlbeton Heft 260
- [3] Heilmann, Hilsdorf, Tinstenwalder
Festigkeits- u. Verformungsverhalten von Beton unter Zugspannungen
Deutscher Ausschuß für Stahlbeton Heft 203
- [4] Magazine of Concrete Research
Volume 20: Number 65 : Dezember 1968
- [5] J. Bonzel
Biegezug- und Spaltzugfestigkeiten des Betons
- [6] Zement - Taschenbuch 1974/75

19. Nov. 1985
30-0127/001